



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE AGUA
DE LLUVIA PARA USO DOMÉSTICO EN
MOYOBAMBA - SAN MARTÍN ”**

TESIS

Para obtener el Título de:
INGENIERO AMBIENTAL

Autores:

ANA KARINA FACHÍN ARMAS
ESTEBAN PANDURO LABAJOS

ASESOR:

Ing. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA

MOYOBAMBA, PERÚ
2005

REGISTRO N° 0605090



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGIA
Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental

ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIO AMBIENTAL

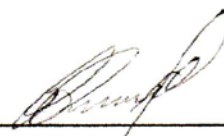
En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, siendo las cinco y media p.m del día miércoles 07 de diciembre del dos mil cinco, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

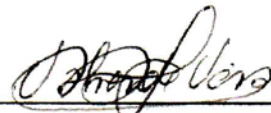
Ing. RUBÉN RUIZ VALLES	PRESIDENTE
Ing. M.Sc. MIRTHA FELICITA VALVERDE VERA	SECRETARIA
Blgo. ESTELA BANCES ZAPATA	MIEMBRO
Ing. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA	ASESOR


Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado **"EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA EL USO DOMÉSTICO EN MOYOBAMBA SAN MARTÍN - PERÚ"**, presentado por los Bachilleres en Ingeniería Ambiental **ANA KARINA FACHIN ARMAS Y ESTEBAN PANDURO LABAJOS**; según Resolución N° 009-2005-UNSM-T/CT6FE de fecha 07-02-2005.


Los Señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la Sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO** y nota **QUINCE (15)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las 19:40 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.


Ing. RUBEN RUIZ VALLES
Presidente


Ing. M.Sc. MIRTHA F. VALVERDE VERA
Secretario


Blgo. ESTELA BANCES ZAPATA
Miembro


Ing. SANTIAGO A. CASAS LUNA
Asesor

DEDICATORIA

A mi madre, Elia Labajos,
por su amor que vive en nosotros;
A Javier Panduro, mi padre y amigo,
por su respaldo y amor incondicional.

Esteban

A mis padres amados,
Joice Armas y Emilio Fachín
Por su amor plasmado en ayuda
efectiva para culminar mis estudios.

Ana Karina

AGRADECIMIENTOS

A Dios en primer lugar por habernos dado las fuerzas y la sabiduría para culminar este trabajo de investigación y por las bendiciones que recibimos desde el inicio de nuestras vidas y hoy en la vida profesional.

A la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, por su contribución en nuestra formación profesional.

A todos los docentes de la Facultad de Ecología que con su labor nos han formando para la vida profesional.

A los Señores miembros del jurado; Ing. Rubén Ruiz Valles, Blgo. Pesq. Estela Bances Zapata, e Ing. M.Sc. Mirtha F. Valverde Vera, por sus aportes en la revisión del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Santiago A. Casas Luna, por su asesoramiento en la presente investigación.

Nuestro agradecimiento a los señores Javier Panduro Chumbe, Emilio Fachín Bardalez y Javier Panduro Labajos por su gran apoyo durante los trabajos de campo.

A nuestros amigos del caserío de Nueva York por su interés puesto en el desarrollo de la investigación

A cada una de las personas que de una u otra manera han contribuido en el desarrollo de la presente investigación.

Esteban y Ana Karina

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.	i
AGRADECIMIENTOS.	ii
INDICE.	iii
ABSTRAC.	xv
RESUMEN.	xvi
 I. INTRODUCCIÓN	 1
1.1. Introducción a la Temática.	1
1.2. Objetivos.	2
1.2.1. Objetivo General.	2
1.2.2. Objetivos Específicos.	2
II. REVISION BIBLIOGRÁFICA.	3
2.1. Antecedentes de la Investigación.	3
2.2. Ámbito de Estudio.	6
2.2.1. Características Geográficas.	6
a. Ubicación.	7
b. Altitud.	7
c. Clima.	7
d. Superficie y Límite.	7
2.2.2. Características Demográficas.	7
2.2.3. Servicios de Agua Potable y Alcantarillado.	10
2.2.4. Climatológico.	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	16
3.1. Materiales.	16
3.2. Métodos.	16
3.2.1. Análisis de la demanda actual del agua para consumo doméstico en El ámbito urbano y rural.	16
3.2.1.1. Reconocimiento y Delimitación de la Zona de Estudio.	16
3.2.1.2. Determinación de los Puntos Experimentales.	17
3.2.1.3. Encuesta de opinión pública.	17
a.- Determinación de la población muestral.	18
3.2.1.4. Toma de datos de prácticas convencionales de uso doméstico del agua.	20

3.2.1.5.	Determinación y análisis de la demanda de agua para uso doméstico.	21
a.-	Población de referencia y demandante.	21
b.-	Servicios demandados por la población.	22
c.-	Análisis de la oferta y demanda de agua para Consumo humano.	22
3.2.2.	Aplicar la Micro captación de agua de lluvia para uso y consumo humano.	22
3.2.2.1	Diseño para la Micro captación de Agua de Lluvia.	22
3.2.2.2	Toma de Muestra y Análisis de Calidad de Agua de Lluvia.	24
3.2.3.	Análisis Costo/Beneficio de la Aplicación del Sistema de Micro captación Para Aprovechamiento Alternativo de Agua de Lluvia como Complemento Al Consumo Doméstico de Agua.	25
IV.	RESULTADOS	26
4.1.	Análisis de la Demanda Actual del Agua para Consumo Doméstico en El Ámbito Urbano y Rural.	
4.1.1	Reconocimiento y Delimitación de la Zona de Estudio	26
4.1.2	Determinación de los Puntos Experimentales.	26
4.1.3	Resultados de la Encuesta: Zona Urbana	27
4.1.3.1.	Determinación de la Población Muestral.	27
4.1.3.2.	Aspectos de la Encuesta.	28
a.-	Generalidades.	28
b.-	Hábitos de Consumo.	28
c.-	Aprovechamiento de Agua de Lluvia.	31
4.1.4	Resultados de la Encuesta: Zona Rural.	35
4.1.5.1.	Aspectos de la Encuesta.	35
a.-	Generalidades.	35
b.-	Fuentes de Agua para consumo Zona Rural.	36
c.-	Aprovechamiento de Agua de Lluvia en la Zona Rural.	39
4.1.5	Prácticas convencionales de Uso Doméstico de Agua.	42
4.1.5.1.	Demanda de Agua en la Viviendas.	42
a.-	Zona Urbana.	42
b.-	Zona Rural.	44
4.1.6	Determinación de la Población de Referencia y Demandante.	45

4.1.7	Servicios Demandados por la Población.	47
4.1.8	Análisis de la Oferta y Demanda del Agua para Consumo Doméstico.	48
4.1.8.1.	Proyección de la Oferta de Agua con y sin sistema de Micro Captación de Agua de Lluvia.	48
4.2.	Aplicación del Sistema de Micro captación del Agua de Lluvia para uso Doméstico.	
4.2.1.	Selección y Diseño del Sistema de Micro captación de Agua de Lluvia.	51
1.-	Selección.	51
2.-	Diseño.	51
a.-	Bases del Diseño.	51
•	Precipitación en la Zona.	51
•	Tipo de Material del que esta Construida la Superficie de Captación.	52
•	Número de Personas Beneficiadas.	52
•	Demanda o Necesidad de Agua de la Familia.	52
b.-	Criterios de Diseño.	52
•	Determinación de la Precipitación Promedio Mensual.	52
•	Determinación de la Demanda.	53
•	Determinación del Volumen del Tanque de Almacenamiento.	54
3.	Instalación del Sistema de Micro captación.	56
a.-	Captación.	56
b.-	Recolección y Conducción.	56
c.-	Tanque de Almacenamiento.	56
4.2.2.	Análisis de la Calidad de Agua de Lluvia.	58
4.2.2.1.	Toma de Muestras.	58
a.-	Análisis Físico – Químico.	58
b.-	Análisis Microbiológico.	59
4.2.2.2.	Resultado del Análisis de Calidad de Agua de Lluvia.	59
a.-	Resultados Físico – Químicos y Microbiológicos.	59
•	Ph.	59
•	Turbiedad.	60
•	Color.	61
•	Conductividad.	61
•	Sulfatos.	61
•	Cloruros.	62
•	Nitratos.	63
•	Dureza Total.	63

• Magnesio.	64
• Sólidos Totales.	64
• Hierro.	65
• Aluminio.	66
• Bacterias Aeróbicas Viables.	66
• Coliformes.	67
• Coliformes Totales.	67
• Coliformes Fecales.	68
4.3. Análisis de Costo/Beneficio de la Aplicación del Sistema de Micro captación Para aprovechamiento de Agua de Lluvia.	
a. Actividades Asociadas al Proyecto.	68
b. Costo del Proyecto.	69
c. Flujo de costos en el horizonte del proyecto.	70
d. Cuantificación de los beneficios económicos de los nuevos usuarios.	71
• Cálculo del valor de acarreo por día.	72
• Cálculo del valor por los recursos liberados por vivienda zona rural.	73
• Valor de los beneficios d0el consumidor por disponibilidad del servicio zona rural.	73
• Consolidado de beneficios anuales por vivienda.	75
• Valor de los beneficios del consumidor del servicio zona urbana.	76
e. Evaluación Económica.	77
V. DISCUSIONES.	80
VI. CONCLUSIONES.	83
VII. RECOMENDACIONES.	85
VIII. BIBLIOGRAFÍA.	87
ANEXOS.	

RELACION DE CUADROS

N°	<u>DESCRIPCION</u>	PAG.
Cuadro N° 01:	Población Proyectada por Distritos de la Provincia de Moyobamba.	8
Cuadro N° 02:	Densidad Poblacional 2004 de la Provincia de Moyobamba.	8
Cuadro N° 03:	Variables Relevantes Demográficas de Moyobamba.	10
Cuadro N° 04:	Ciudad de Moyobamba: Principales indicadores del Servicio De Agua Potable y Alcantarillado 2001-2003.	11
Cuadro N° 05:	Precipitación Promedio Mensual 1966-1993 Provincia de Moyobamba.	12
Cuadro N° 06:	Consumo Promedio Mensual de Agua por Vivienda.	42
Cuadro N° 07:	Consumo Promedio Mensual de Agua en la Ducha.	43
Cuadro N° 08:	Consumo Promedio Mensual de Agua en Inodoros.	43
Cuadro N° 09:	Consumo promedio Mensual de Agua en Cocinar.	43
Cuadro N° 10:	Consumo Promedio Mensual de agua en Lavar Ropa.	43
Cuadro N° 11:	Demanda Promedio Mensual de Agua Según su uso En viviendas Urbanas.	44
Cuadro N° 12:	Frecuencia de Uso de Agua en Viviendas Rurales.	45
Cuadro N° 13:	Población de Referencia y Población Demandante de la zona Rural.	46
Cuadro N° 14:	Población de Referencia y Población demandante de la zona Urbana.	46
Cuadro N° 15:	Servicios Demandados Zona Rural.	47
Cuadro N° 16:	Servicios Demandados Zona Urbana.	47
Cuadro N° 17:	Oferta de Agua sin Proyecto.	48
Cuadro N° 18:	Proyección de la Oferta de Agua sin Proyecto y Con Proyecto	48
Cuadro N° 19:	Balance Oferta – Demanda de Agua.	49
Cuadro N° 20:	Proyección de la Oferta de Agua sin Proyecto y Con Proyecto.	50
Cuadro N° 21:	Precipitación promedio mensual en Moyabamba.	53
Cuadro N° 22:	Demanda Mensual por Familia de Cinco Integrantes (m ³)	54
Cuadro N° 23:	Cantidad de Agua Captada por mes, captada por un Area de 142.54m ²	55
Cuadro N° 24:	Cantidad de Agua de Lluvia Captada por un Area de 142.54m ² de Techo Vs Demanda de Agua por Vivienda.	55
Cuadro N° 25:	Diferencias Acumulativas.	56
Cuadro N° 26:	Límites máximos permisibles en cuanto a parámetros Físicos – químicos de calidad de agua para consumo humano.	59

Cuadro N° 27: Actividades del Proyecto.	69
Cuadro N° 28: Materiales y Equipos Requeridos por Conexión Domiciliaria.	69
Cuadro N° 29: Mano de Obra Zona y Servicios Demandados.	70
Cuadro N° 30: Costo de Operación y Mantenimiento por Año.	70
Cuadro N° 31: Costo Totales de Inversión, Operación y Mantenimiento.	70
Cuadro N° 32: Flujo de Costo en el Horizonte del Proyecto Zona Urbana	71
Cuadro N° 33: Flujo de Costo en el Horizonte del Proyecto Zona Rural.	71
Cuadro N° 34: Valor del Tiempo (soles/hora).	72
Cuadro N° 35: Cálculo del Valor del Tiempo dedicado al acarreo por día Zona Rural.	72
Cuadro N° 36: Datos Referenciales de Consumo y Costo Zona Rural.	73
Cuadro N° 37: Datos Referenciales para el Cálculo de los Beneficios Por Disponibilidad del Servicio Zona Rural.	74
Cuadro N° 38: Determinación de la Curva de la Demanda Zona Rural.	74
Cuadro N° 39: Consolidado de Beneficios de la Zona Rural.	75
Cuadro N° 40: Datos Referenciales para el Cálculo de los Beneficios por Disponibilidad del Servicio Zona Urbana.	76
Cuadro N° 41: Determinación de la Curva de la Demanda Zona Urbana.	76
Cuadro N° 42: Consolidado de Beneficios de la Zona Urbana.	77
Cuadro N° 43: Costo del Proyecto Zona Urbana.	78
Cuadro N° 44: Flujo de Beneficios Costo Zona Urbana.	79
Cuadro N° 45: Costo del Proyecto Zona Rural	79
Cuadro N° 46: Análisis de Costo Beneficio Zona Rural.	79

RELACION DE FOTOGRAFIAS

Nº	<u>DESCRIPCION</u>
----	--------------------

Fotografía N° 01:	Estación Climatológica Ordinaria CO Moyabamba SENAMHI - San Martín.
-------------------	---

Fotografía N° 02:	Techo de Calamina Ondulada Área de Captación 142.54m2
-------------------	---

Fotografía N° 3A:	Instalación de la Canaleta al Tanque de Almacenamiento.
-------------------	---

Fotografía N° 3B:	Instalación de la Canaleta al Tanque de Almacenamiento.
-------------------	---

Fotografía N° 04:	Filtro de Agua de Lluvia.
-------------------	---------------------------

Fotografía N° 05:	Tanque de Almacenamiento de Agua de Lluvia.
-------------------	---

Fotografía N° 06:	Tanque y Filtro de Almacenamiento de Agua de Lluvia.
-------------------	--

Fotografía N° 07:	Fuentes de Recolección de Agua en la Zona.
-------------------	--

Fotografía N° 08:	Llenado de las Fichas de Uso y Consumo de Agua en la Zona Rural.
-------------------	--

Fotografía N° 09:	Encuestando a un Poblador de la Zona Rural.
-------------------	---

Fotografía N° 10:	Recolectando Muestra de Agua de Lluvia en la Zona Rural.
-------------------	--

Fotografía N° 11:	Centro Poblado de Nueva York.
-------------------	-------------------------------

Fotografía N° 12:	Tomando Medidas para Instalar el Tanque.
-------------------	--

Fotografía N° 13:	Fuente de Recolección de Agua para Consumo.
-------------------	---

Fotografía N° 14:	Medida de Envases de Recolección de Agua.
-------------------	---

Fotografía N° 15:	Taller: Instalación del Tanque para la Captación de Agua de Lluvia.
-------------------	---

Fotografía N° 16:	Autoridades del Centro Poblado de Nueva York.
-------------------	---

RELACION DE GRÁFICOS

Nº	<u>DESCRIPCION</u>	PAG.
Gráfico N° 01:	Población Total Proyectada por Distritos 2004.	9
Gráfico N° 02:	Tendencia del Crecimiento Provincial Moyobamba 1991-2005.	9
Gráfico N° 03:	Precipitación Promedio Mensual 1966-1993 de la Provincia de Moyobamba.	12
Gráfico N° 04:	Precipitación Total Anual 1950-2003.	14
Gráfico N° 05:	Precipitación Total Mensual 1950-2003.	15
Gráfico N° 06:	Número de Habitantes por hogar encuestado.	28
Gráfico N° 07:	Frecuencia de Lavado de Ropa por Semana	28
Gráfico N° 08:	Horas del día donde se lava con mayor frecuencia.	29
Gráfico N° 09:	Intervalo de horas del día que se utilizan para ducharse.	29
Gráfico N° 10:	Intervalo de tiempo que se usa para Ducharse.	30
Gráfico N° 11:	Capacidad del tanque del inodoro.	30
Gráfico N° 12:	Pago al mes por consumo de agua.	31
Gráfico N° 13:	¿Le parece caro el consumo del agua?	31
Gráfico N° 14:	Canaletas en las viviendas.	32
Gráfico N° 15:	Uso actual del agua de lluvia.	32
Gráfico N° 16:	Actividades de uso de agua de lluvia.	33
Gráfico N° 17:	Nivel de aceptación para uso de agua de lluvia.	33
Gráfico N° 18:	¿Por qué estaría dispuesto a utilizar el agua de lluvia?	34
Gráfico N° 19:	Material con la que esta construida el techo de las viviendas.	34
Gráfico N° 20:	Número de habitantes por hogar	35
Gráfico N° 21:	Lugar de donde se recoge el agua para consumo – zona rural.	36
Gráfico N° 22:	Tiempo que se demora para recoger agua.	36
Gráfico N° 23:	Veces que recogen agua al día.	37
Gráfico N° 24-1:	Población que tiene por lo menos un depósito.	37
Gráfico N° 24-2:	Población que por lo menos tiene tres depósitos.	38
Gráfico N° 24-3:	Población que tiene por lo menos cinco depósitos.	38
Gráfico N° 24-4:	Población que tiene por lo menos siete depósitos.	38
Gráfico N° 25:	Cantidad de depósitos que usan para recoger el Agua.	39

Gráfico N° 26: Uso del agua que se recoge.	39
Gráfico N° 27: Uso actual del agua de lluvia.	40
Gráfico N° 28: Aceptación al uso del agua de lluvia.	40
Gráfico N° 29: Si al uso del agua de lluvia.	41
Gráfico N° 30: No al uso de agua de lluvia.	41
Gráfico N° 31: Material con la que esta construida el techo de las viviendas.	42
Gráfico N° 32: Demanda Promedio Mensual de Agua Según su Uso en viviendas Urbanas (%).	44
Gráfico N° 33: Uso domestico del agua en zona rural.	45
Gráfico N° 34: Balance Oferta – Demanda Rural.	49
Gráfico N° 35: Balance Oferta – Demanda Urbana.	50
Gráfico N° 36: Precipitación Promedio Histórico por Meses. CO Moyabamba.	53
Gráfico N° 37: Medición de Ph (20°C).	60
Gráfico N° 38: Turbiedad (UNT).	60
Gráfico N° 39: Conductividad (Us/mc 25°C).	61
Gráfico N° 40: Sulfatos (mg/l).	62
Gráfico N° 41: Cloruros (mg/l).	63
Gráfico N° 42: Nitratos NO ₃ (mg/l).	63
Gráfico N° 43: Dureza Total (mg/l)	64
Gráfico N° 44: Sólidos Totales Disueltos (mg/l).	65
Gráfico N° 45: Hierro (mg/l).	66
Gráfico N° 46: Bacterias Aeróbicas Viables (<10 UFC/ml).	66
Gráfico N° 47: Coliformes Totales (<3NMP/100 ml).	67
Gráfico N° 48: Coliformes Fecales (<NMP/100 ML).	68
Gráfico N° 49: Valor pro los Servicios Liberados Zona Rural.	73
Gráfico N° 50: Valor del Recurso por Disponibilidad del Servicio Zona Rural.	75
Gráfico N° 51: Valor del Recurso por Disponibilidad del Servicio zona Urbana.	77

RELACION DE FORMULAS

Nº	<u>DESCRIPCION</u>	PAG.
Fórmula N° 1 :	Cálculo del Tamaño Muestral.	19
Fórmula N° 2 :	Población Futura.	21
Fórmula N° 3 :	Determinación del Caudal.	22
Fórmula N° 4 :	Precipitación Promedio Mensual (mm)	23
Fórmula N° 5 :	Demanda Mensual.	24
Fórmula N° 6 :	Razón Costo / Beneficio	25

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the use of rainwater as a resource for domestic use in Moyobamba, showing information about the use and consume of water, physical, chemical and microbiological analysis of the rainwater as well as the economical analysis (cost/benefit) of the rainwater micro collecting system in the urban and countryside which is the area of the research.

In order to evaluate the advantages of using rain water for domestic purposes, there was an analysis of the current demand of water in the urban and countryside areas within the area of influence of the ordinary weather station in Moyobamba worked out through the Thinssen polygon method, which established that in any point of the river basin the amount of rainwater is the same as the one registered by the closest pluviometer; the demand analysis process is based on a probabilistic sample survey. Complementary data is taken from the conventional use of water in homes during 8 days, getting interesting output.

The application of this rainwater micro intake system let us evaluate the quantity of water and its domestic use, we used the SCAPT method (roof rainwater micro collecting system), which was a proposal from the pan-American Center of Sanitary Engineering and Environmental Sciences (CEPIS) and the Technical Support Unit for Basic Sanitary of the Rural Area (UNATSABAR). In terms of the quality of rainwater collected, there were physical, chemical and microbiological analyses.

The SCAPT evaluation is another important component of the research, it goes beyond the simple rewarding calculus, it is a contribution that will help us to make up our minds strategically on the optimization of the hydro resources use for human consuming.

According to the data obtained in this research the proposal is more rewarding in the countryside and it contributes meaningfully to improve its life quality, enlarging and guarantying the availability of water in their homes with an acceptable quality for human consuming.

Key words: Roof rainwater micro collecting system.

RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo evaluar el aprovechamiento de Agua de lluvia para uso doméstico en Moyobamba, presentando información sobre el uso y consumo de agua, el análisis físico, químico y microbiológico del agua de lluvia y el análisis económico (costo / beneficio) del sistema de micro captación de agua de lluvia en la zona urbana y rural del ámbito de estudio.

Para evaluar el aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico, se realizó el análisis de la demanda actual del agua en ámbitos urbano y rural, comprendidas dentro del área de influencia de la estación climatológica ordinaria Moyobamba determinado por el método del polígono de Thinssen, que establece que en cualquier punto de la cuenca la lluvia es igual a la que se registra en el pluviómetro más cercano; el proceso de análisis de la demanda se basa en una encuesta por muestreo probabilístico, complementariamente se tomaron datos sobre las prácticas convencionales de uso del agua en viviendas durante 8 días, obteniendo resultados interesantes.

La aplicación del sistema de micro captación de agua de lluvia permitió evaluar la oferta de agua de lluvia y su uso doméstico, el método a utilizado es la de SCAPT (sistema de captación de agua pluvial de techo), propuesta por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y la Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural (UNATSABAR). En cuanto a la calidad de agua de lluvia colectada, se realizó el análisis físico, químico y microbiológico.

La evaluación del SCAPT es otro componente importante de la investigación, va más allá del simple cálculo de rentabilidad, implica un aporte que nos ayuda a tomar decisiones de carácter estratégico en la optimización del uso del recurso hídrico para el consumo humano.

Por los datos obtenidos en el presente estudio se infiere que la propuesta es más rentable en la zona rural y contribuye significativamente a mejorar su calidad de vida, aumentando y garantizando la disponibilidad de agua en sus viviendas de una calidad aceptable para el consumo humano.

Palabras Claves: Micro captación de agua de lluvia de techo.

I. INTRODUCCION

1.1. INTRODUCCIÓN A LA TEMÁTICA:

La lucha para el abastecimiento de agua potable empezó desde las primeras civilizaciones hace cerca de 5, 000 años, y que en el siglo XX la cantidad de agua extraída de ríos, acuíferos subterráneos, y otras fuentes; por lo que aún la mitad del mundo sigue sufriendo. Se estima que hay más de mil millones de personas que no cuentan con agua potable. Algunos indicios recientes, señalan que se esta perdiendo terreno en la resolución de tales problemas en países de Asia, África, América Latina y el Caribe. En otras palabras, si bien el tema del agua es un problema de todos, afecta más a la población pobre del mundo. (Revista Iberoamericana de ciencia, 2001)

La mala gestión actual del agua y su contaminación son el resultado de una conducta humana irreflexiva y demasiado optimista en lo referente al uso del agua. La escasez de agua es una realidad con la que conviven a diario los habitantes de las zonas afectadas por las sequías. Las necesidades crecientes de la población, los cambios climáticos y la alarmante contaminación de ríos y acuíferos hicieron sonar la alarma en todo el mundo. (J. Sáenz, 2003)

Es así que si no tomamos en cuenta el valor incalculable que tiene el agua en nuestro planeta y no ponemos de nuestra parte, estaremos amenazando a las actuales y futuras generaciones, ya que se calcula que para el año 2025, el 40% de la población existente (que ascenderá a 8.000 millones de habitantes) tendrá graves problemas relacionados con la agricultura, la industria y la salud humana, si sólo se cuenta con las reservas convencionales de agua dulce. (Revista Iberoamericana de ciencia, 2001).

En el distrito de Moyobamba, existen varias fuentes convencionales de agua para uso doméstico (quebradas, pozos, manantiales, etc.). Estas por lo general están distantes a las viviendas y expuestas a una alta probabilidad de contaminación, lo que implica una pérdida del bienestar en las familias que se abastecen de agua de estas fuentes. Es por ello que el presente estudio pretende evaluar el

aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico, con la finalidad de que se constituya en una alternativa que optimicé el uso del agua en esta zona de selva alta.

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el aprovechamiento de agua de lluvia como complemento del abastecimiento de agua para uso doméstico en ámbito del Distrito de Moyobamba.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la demanda actual del agua para consumo doméstico en ámbito urbano y rural.
- Aplicar la micro captación del agua de lluvia para uso y consumo humano.
- Realizar un análisis costo / beneficio de la aplicación del sistema de micro captación para el aprovechamiento alternativo de agua de lluvia como un complemento al consumo doméstico de agua.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

El modelo de desarrollo económico de los países de esta parte del Continente ha repercutido negativamente sobre el medio ambiente. El proceso de industrialización y el crecimiento de los asentamientos humanos han sido las principales causas de la explotación indiscriminada de los recursos naturales.

El manejo del agua ha estado relacionado con los sistemas de producción imperantes en las distintas fases de desarrollo; desde principios de siglo, la preocupación se centró en el aprovechamiento del agua mediante la ejecución de proyectos hidráulicos administrados en el nivel local.

A partir de la década de 1920 y como resultado de la intensificación del uso del agua debido al desarrollo agroindustrial, las instituciones públicas comenzaron a administrar el agua en el ámbito nacional.

En 1940, con la acelerada industrialización, el recurso agua cobró especial relevancia debido a su mayor uso en actividades industriales.

A partir de 1960 se produjo un cambio estratégico; se dejó de lado la necesidad de "desarrollar" los recursos hídricos y se relevó la necesidad de "conservar" los recursos.

A fines de la década de 1980 apareció el tema de la "gestión ambiental", el cual se discute el manejo adecuado de los recursos naturales.

A partir de 1990, con la política neoliberal y la globalización de las economías surge la privatización y municipalización de diversas actividades relacionadas con el uso del agua. La manera como asuman los gobiernos este modelo impactará sobre las cuencas hidrográficas, lo que revela la necesidad de establecer alternativas coherentes para manejar racional y ordenadamente los recursos hídricos.

En las últimas décadas los recursos naturales han sufrido una enorme demanda y el agua ha sido uno de los recursos más requeridos y afectados. En América Latina el

agua se usa principalmente para riego, para la generación de energía eléctrica y para el consumo humano. En países donde hay períodos estacionales de lluvia o épocas de sequías, se hace uso irracional del agua.

Por otro lado, la expansión urbana descontrolada y la captación indiscriminada de agua para consumo urbano han afectado en muchos casos la producción agrícola y a importantes áreas forestales.

La cantidad de agua utilizada por la industria es apreciable y cuando este sector no la aprovecha racionalmente, se generan grandes volúmenes de efluentes industriales que pudieran evitarse.

La extracción de agua subterránea para consumo o para riego está afectando gravemente la disponibilidad de esta fuente para el futuro. La explotación de las aguas subterráneas debe prever el cumplimiento de actividades que aseguren la recarga de los acuíferos.

El agua es nuestro medio de vida más valioso. El despilfarro irreflexivo y la contaminación irresponsable de este principio vital indispensable hacen de él algo cada vez máspreciado y caro. (www.probicosl.com/html/recuperación_de_agua_pluviales.htm).

Hace ya tiempo que no todo el mundo dispone de una cantidad suficiente de agua potable con la calidad prescrita por la ley. Los costos técnicos exigidos por el tratamiento de las aguas freáticas y superficiales contaminadas para que adquieran la calidad de aguas potables son cada vez más elevados. No es nada desdeñable que se haya reconocido que en nuestros hogares se emplean cantidades enormes de ese valioso bien que es el agua potable para fines que podrían satisfacerse también, y sin reservas, mediante el agua de lluvia (www.probicosl.com/html/recuperación_de_agua_pluviales.htm).

En los últimos años en el Alto Mayo, se ha tenido un rápido crecimiento demográfico que ha propiciado una acelerada y desordenada ocupación del territorio (PEAM, 1998); La distribución poblacional del Alto Mayo es dispersa en casi todo el territorio con una población proyectada al año 2000 de 194,781

Habitantes (PEAM, 2000), de los cuales el 43% pertenecen al ámbito rural, existiendo aproximadamente más de 400 asentamientos poblacionales que en su mayoría carecen de agua potable (CASAS, 2002).

Las experiencias en América Latina sobre la captación de agua de lluvia son muy pocas y la gran mayoría están enfocadas a la captación del agua de lluvia para uso agrícola; sin embargo Sánchez R. Especialista de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en México- 2004, afirma que se está desarrollando un sistema pluvial que mediante diversos dispositivos capta el agua lluvia con métodos y estrategias para el buen aprovechamiento del líquido. Con esto, se pretende hacer frente a la problemática de la disponibilidad de agua para consumo humano en su país, que se redujo 60 por ciento en 60 años, al pasar de 11 mil 500 metros cúbicos a 4 mil 675 metros cúbicos.

El Departamento de Desarrollo Rural - Escuela Agrícola Panamericana – Honduras Tegucigalpa 1995: realizó trabajos sobre Captación de agua de lluvia en el área rural, donde se analizó la forma de recolección del agua de lluvia, la forma de almacenamiento, la calidad, las medidas y los cálculos para su construcción.

Sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe. Manual Técnico, se describe sobre el agua, recursos naturales renovables básicos para el desarrollo sustentable, describe el sistema de captación de agua de lluvia de los techos y de los pisos. Anaya Garduno, Manuel (México 1998).

En el Perú, los estudios del aprovechamiento del agua producto de las precipitaciones atmosféricas se enfatizan en la captura de neblinas en zonas áridas, Silva L, (Lima, 1992) presentó su tesis intitulada captación del agua a través de la niebla donde propone un medio alternativo para producir agua con el fin de reforestar las zona áridas del Perú concentrándose inicialmente en la zona sur de Lima formada años a tras por valles y convertida en desiertos por la desmedida depredación de su vegetación. Destaca que también pueda dirigirse hacia el consumo humano. Describe las condiciones ecológicas, geográficas, climáticas y edáficas de Chilca como un área de gran captación de agua de niebla semejante a

los casos de cerro Campana en Trujillo, Lomas de Pasamano, Ventanilla, Lomas de Lachay y Atiquita. Describe la tecnología para el diseño del colector o atrapa niebla y la eficiencia de la captación.

El estudio de las condiciones climáticas y de la captación de agua de niebla en Lachay y Atiquipa, consideradas como áreas representativas de lomas ubicadas en las intercuencas de la costa desértica del Perú. El clima en las lomas costeras se caracteriza por presentar una ocurrencia de niebla entre mayo y diciembre, una precipitación anual de 67.8 mm y una temperatura promedio de 13.6 °C (agosto) y 22.2°C (febrero). Mientras que la Captación de Agua de Niebla (CAN) tuvo un promedio de 2.8 l/m²/d (Lachay) y 1.7 l/m²/d (Atiquipa) para el período mayo-agosto de 1988. Los resultados demostraron que la niebla es una fuente de recurso hídrico en las lomas que requiere ser evaluada con mayor información de CAN y de parámetros meteorológicos, a fin de establecer la disponibilidad del recurso hídrico en el año. Pinche L; (Lima, 1996).

Potencial del aprovechamiento del agua de lluvia: Caso Sub. - Región alto Mayo donde determina el potencial de la oferta hídrica de las precipitaciones pluviales de esta zona del país. Casas Luna, Santiago A. (Lima 2003).

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS, publica la hoja de divulgación técnica (HDT N° 88 marzo 2003) denominada *captación de agua de lluvia para consumo humano* donde muestra las especificaciones técnicas para el aprovechamiento del agua de lluvia, basados en experiencias de otros países.

2.2. ÁMBITO DE ESTUDIO.

2.2.1 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS:

a. Ubicación:

La Provincia de Moyobamba está situada en la parte Norte del Departamento de San Martín, en la Región Selvática del Perú entre los meridianos 76° 43' y 77° 38' de longitud Oeste de Meridiano de Greenwich y entre los paralelos 5° 09' y 6° 01' de latitud Sur, considerando los puntos extremos de sus límites. Se encuentra a 20 Km.

de la ciudad de Rioja y a 115 Km. de la ciudad de Tarapoto a los que se llegan por vía terrestre y aérea.

b. Altitud:

Moyobamba tiene una altitud de 860 m.s.n.m. y se encuentra ubicada a 96 metros sobre el nivel de río Mayo, en una extensa planicie teniendo como celosos guardianes a imponentes colinas que alcanzan hasta los 1,300 m.s.n.m. y que pueden apreciarse desde cualquier lugar de la ciudad.

c. Clima:

Según Thorntwaite la zona de estudio presenta un clima clasificado como tropical de sabana lluviosa, semicálida y húmeda, La temperatura varía entre 10 °C mínima y 24 °C máxima.

d. Superficie y Límites:

La provincia de Moyobamba ocupa una superficie de 6,477 km² y limita:

- Norte** : Con la Provincia de Alto Amazonas en el Departamento de Loreto.
- Sur** : Con la Provincia de Lamas.
- Suroeste** : Con la Provincia de Rodríguez de Mendoza Departamento de Amazonas.
- Este** : Con la provincia de Alto Amazonas en el Departamento de Loreto.
- Oeste** : Con la Provincia de Rioja.
- Oeste** : Con la Provincia de Bongará, Departamento de Amazonas

2.2.2 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS:

Según la estimación del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI en la Provincia de Moyobamba la población hasta al 30 de junio del año 2004 es de 110,206 habitantes representando el 14,04% de la población total del departamento, con una tasa de crecimiento promedio anual de 4,2%. En el ámbito provincial, tres son los distritos que concentran el 91.38% la población total de la provincia: Moyobamba, Japelacio y Soritor. El distrito con mayor número de habitantes es Moyobamba distrito capital

con 57,220 habitantes que representa el 51.92% de la población provincial, mientras que Habana es el distrito con menos población, ya que registra tan solo el 1.64% de la población total.

CUADRO 01: POBLACIÓN PROYECTADA POR DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE MOYOBAMBA

DISTRITO.	2003	2004	2005
MOYOBAMBA	56 447	57 220	58 056
CALZADA	4 887	4 967	5 051
HABANA	1 756	1 812	1 867
JEPELACIO	26 289	27 046	27 844
SORITOR	16 132	16 447	16 776
YANTALÓ	2 641	2 714	2 786
TOTAL	108 152	110 206	112 380

Fuente: INEI, Estimaciones y proyecciones de población por años calendario según departamento, provincias y distritos

En el cuadro siguiente se observa además los datos de población interactuando con datos de superficie, generando otro dato importante como es la densidad poblacional.

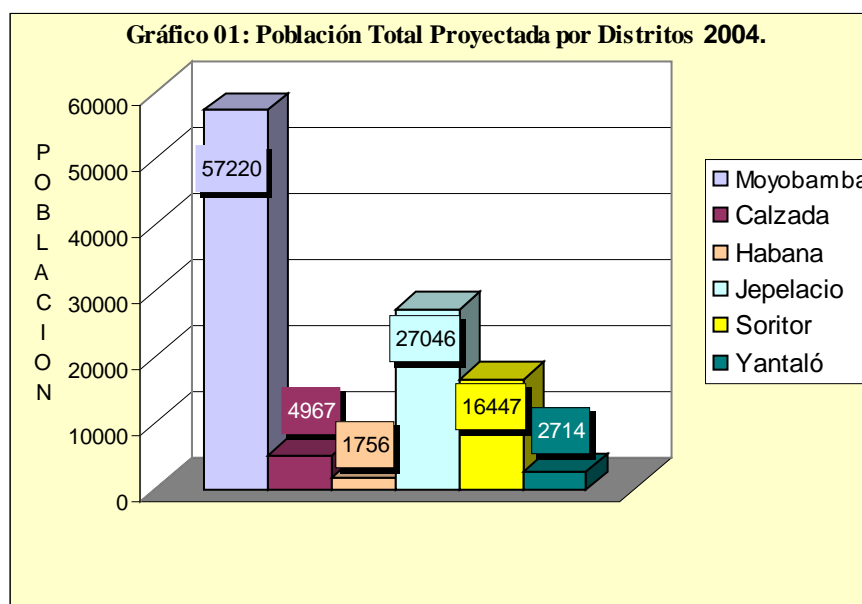
CUADRO 02: DENSIDAD POBLACIONAL 2004 PROVINCIA DE MOYOBAMBA

Distrito	Superficie (Km²)	Población (hab.)			Densidad Poblacional (hab./Km²)
		Total	Urbana %*	Rural %*	
Moyobamba	2 737,57	57 220	63,8	36,2	20,9
Calzada	95,38	4 967	63,4	36,6	52,1
Habana	91,25	1 812	63,1	36,9	19,9
Jepelacio	360,03	27 046	33,0	67,0	75,1
Soritor	387,76	16 447	62,1	37,9	42,4
Yantaló	100,32	2 714	57,9	48,1	27,1
Total Provincial	3 772,31	110 206			29,2

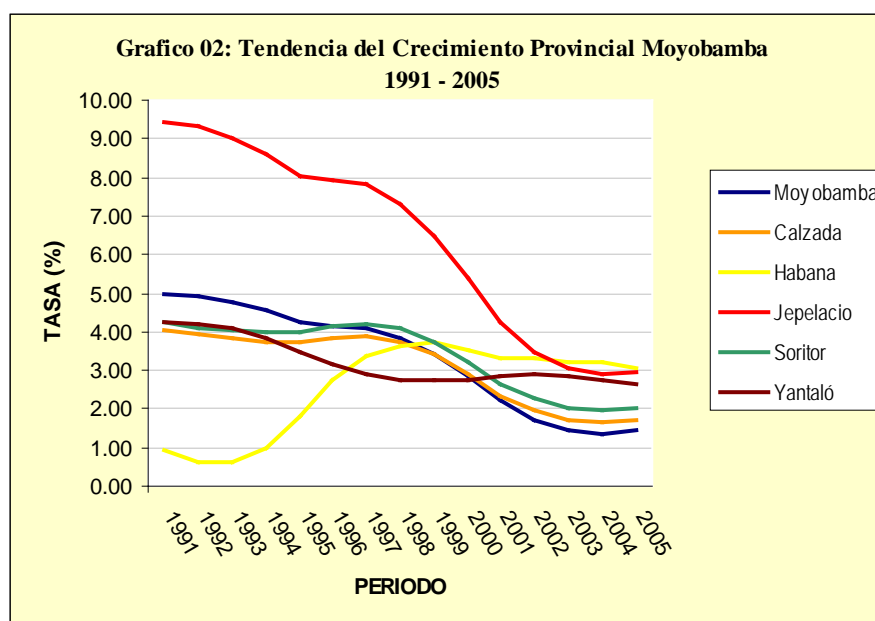
Fuente: INEI estimaciones y proyecciones de población por años calendario según departamento provincias y distritos, 1990-2005.

*Mapa de pobreza FONCODES. 1999

La tasa de crecimiento de la Provincia de Moyobamba de los últimos 10 años es de 3,90%, el Distrito de Jepelacio tiene la más alta tasa de crecimiento en la provincia 6.22% seguido de Soritor (3,43%) y Moyobamba (3,25%). La tendencia del crecimiento poblacional en estos años se muestra en el gráfico 02 en el se observa claramente como varía a través del periodo de 15 años.



Fuente: INEI Estimaciones y proyecciones de población por años calendario según departamento provincias y distritos.



Fuente: INEI- DIMAS -MPM -2004

En el cuadro 03 le mostramos algunas variables demográficas según el INEI.

CUADRO 03: VARIABLES RELEVANTES DEMOGRÁFICAS DE MOYOBAMBA.

Información de Población	
Total población. en viviendas particulares con ocupantes presentes	38408Hab
Población con necesidades básicas insatisfechas.	65.2 %
Población en viviendas con características físicas inadecuadas.	50.7%
Población en viviendas con hacinamiento.	34.4%
Población en viviendas sin desagüe.	18.9%
Población con alta carga o dependencia económica.	11.4%
Población con una necesidad básica insatisfecha	25.6%
Información de Población(Urbano)	
Total población. en viviendas particulares con ocupantes presentes	24328Hab
Población. con necesidades básicas insatisfechas.	47.6%
Información de Población (rural)	
Total población. en viviendas particulares con ocupantes presentes	14080Hab
Población con necesidades básicas insatisfechas.	95.6%
Variables Complementarias Demográficas	
% de población rural	36.2%
% de población menor de 15 años	40.3%
Mujeres de 15 a 49 años	9144Hab.
% de mujeres de 30 años o más con 4 o más hijos	23.7%
% de mujeres solteras que son madres de 15 a 49 años	23.9%
% de niños de 1° grado de primaria con desnutrición crónica	54.1%

FUENTE: INEI, Censo de Población y Vivienda 1993

2.2.3 SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO:

La Entidad Prestadora de Servicios EPS Moyobamba, nos muestra los indicadores del servicio de agua potable y alcantarilla 2001 – 2003.

CUADRO 04: CIUDAD DE MOYOBAMBA: PRINCIPALES INDICADORES DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO 2001 - 2003

PRINCIPALES INDICADORES	2001	2002	2003
Población			
Ciudad	38 351	40 499	42 767
Servida con agua	31 332	33 673	35 616
Servida con alcantarillado	23 333	25 363	26 681
Cobertura %			
Agua Potable	82	83	83
Alcantarillado	61	63	62
Longitud red (Km)			
Agua Potable	51	52	53
Alcantarillado	39	40	40
Número de medidores	5 447	5 891	6 121
Produc. agua potable	2 327	2 438	2 649
(Miles m ³)	753	038	349
Conexiones de agua potable	6 624	7 104	7 514
Volumen facturado	1 303	1 372	1 386
(Miles m ³)	261	978	200

Fuente: EPS 2001-2003.

2.2.4 CLIMATOLÓGICA:

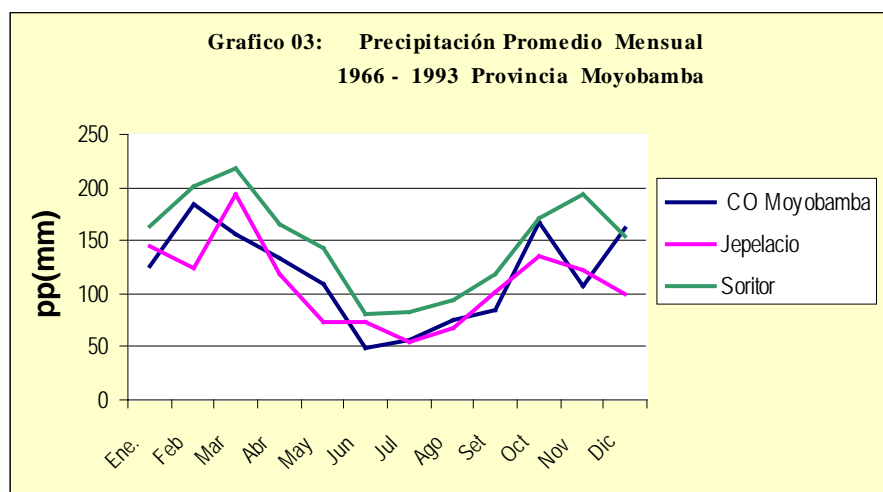
Según el Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM, 2002), la precipitación pluvial se presenta todos los meses del año, distinguiéndose tres periodos con diferencias marcadas: un periodo lluvioso (Octubre a Abril), un periodo de lluvias moderadas (Junio a Agosto) y algunos meses de transición (Mayo y Setiembre). La humedad relativa promedio mensual registrada por la Estación Climatológica Ordinaria E-CO Moyobamba llega a un 86%.

CUADRO 05: PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL 1966 – 1993 PROVINCIA DE MOYOBAMBA

	MOYOBAMBA	SORITOR	JEPELACIO
Ene.	126.1	164.2	144.0
Feb	184.8	202.1	124.3
Mar	155.8	217.4	193.4
Abr	134.3	166.2	118.2
May	108.8	142.6	72.4
Jun	48.6	81.6	72.7
Jul	55.9	82.8	54.7
Ago	75.3	93.1	68.3
Sep	85.3	118.4	102.0
Oct	166.7	170.1	135.2
Nov	106.5	193.6	121.9
Dic	160.9	153.5	100.0

Fuente: Proyecto de riego Alto Mayo, Estudio de Prefactibilidad.
Consortio GFA/CES, 1995

Existe a nivel del Alto Mayo 6 estaciones meteorológicas, de la cuales 4 son de tipo pluviométricas, ubicadas en los Distritos de Jepeleacio, Soritor, Yuracyacu y Naranjillo y 2 de tipo climatológica ordinaria (CO), ubicadas en el Distrito de Moyobamba y Rioja todas ellas administradas por el SENAMHI, registrando datos de precipitación y otros parámetros.



Fuente: Proyecto de riego Alto Mayo, Estudio de Prefactibilidad. Consortio GFA/CES, 1995

Para efectos del estudio se ha considerado la ubicación de las estaciones meteorológicas de Balsa puerto y Jumbilla, ubicadas en las provincias de Alto Amazonas y Bongará respectivamente.

En el Alto Mayo se cuenta además con otras 10 estaciones meteorológicas administradas por el PEAM en convenio con el SENAMHI, como son: Valle la Conquista, Shimpiyacu, San José del Alto Mayo, Pueblo Libre, Buenos Aires, Cerro Tambo, río Avisado, todas ubicadas en la margen izquierda del río Mayo; además en la Provincia de Rioja encontramos las estaciones afluente río Serranoyacu, naciente río Negro, la Florida, y San Agustín. Como se observa en el Anexo 01

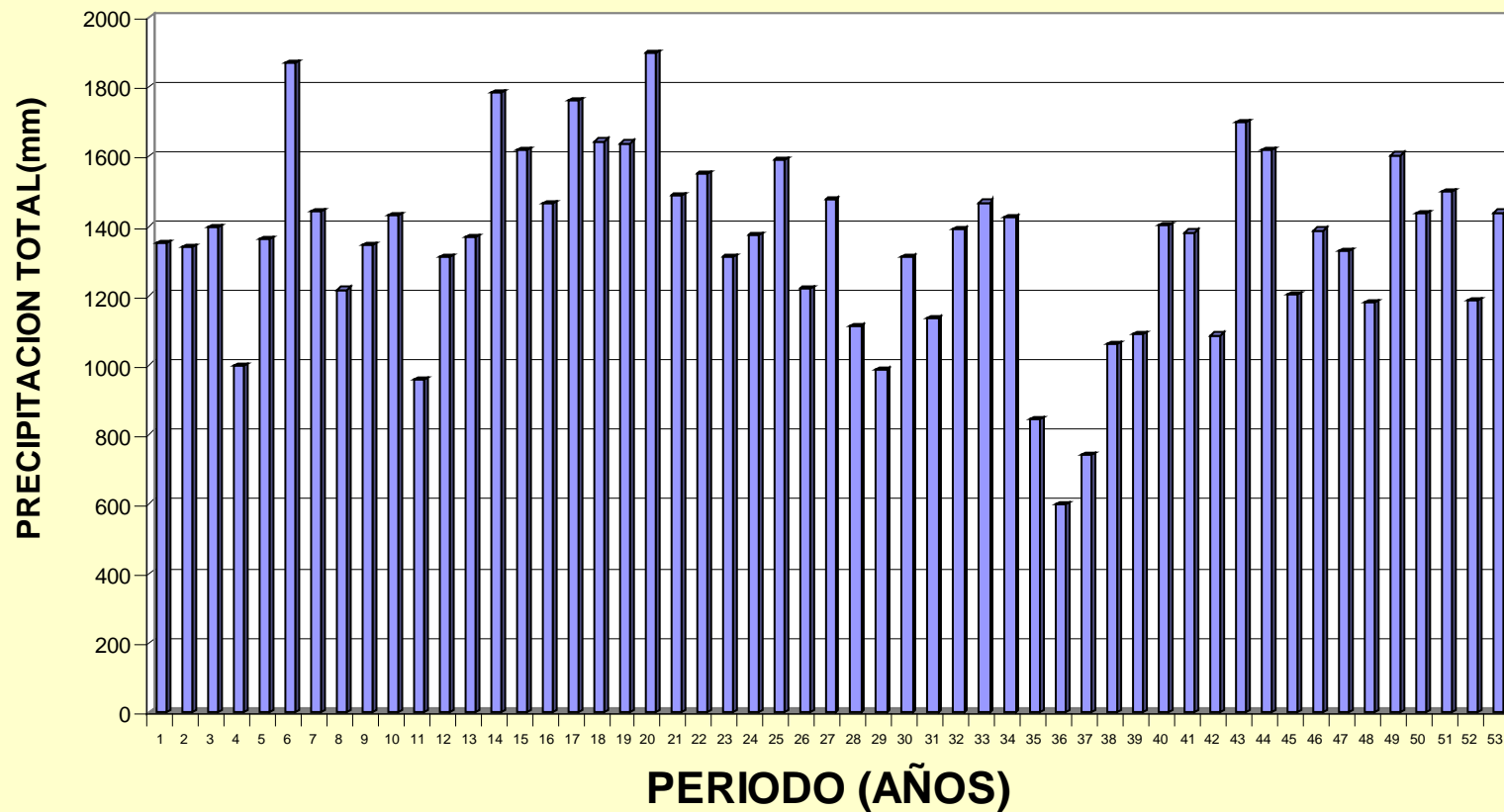
A continuación se detalla la información obtenida de la estación climatológica Ordinaria (CO) – Moyobamba. (Fotografía 01)

Datos Generales de la Estación Meteorológica:

Estación	:	Moyobamba
No.	:	114378
Categoría	:	CO
Latitud	:	06° 00'
Longitud	:	76° 58'
Altura	:	860 m.s.n.m
Región	:	San Martín
Provincia	:	Moyobamba
Distrito	:	Moyobamba

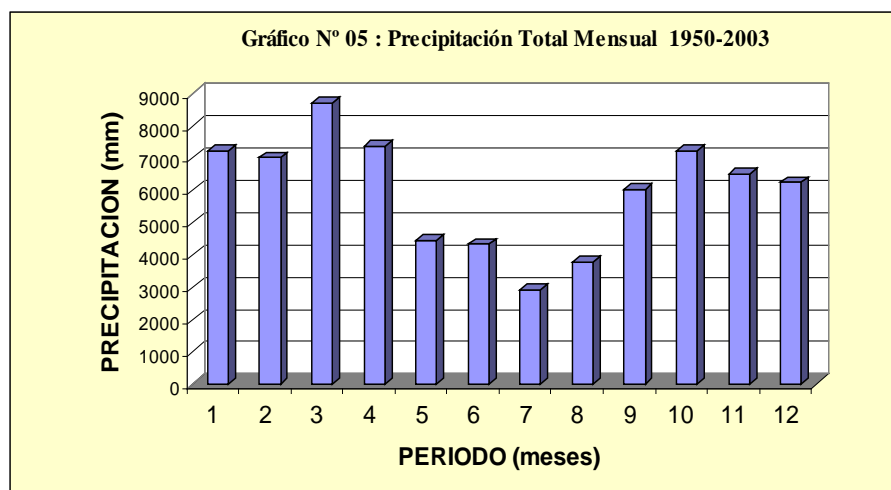
En el gráfico N° 04 muestra los valores de precipitación total anual de un periodo de 53 años, se muestra disminución de la precipitación en la década del 80, registrándose menor precipitación en el año 1986. Se registra la mayor precipitación del periodo analizado en el año 1970.

Gráfico N° 04 : Precipitación Total Anual 1950 - 2003



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico siguiente se muestra la precipitación total mensual desde 1951 al 2003, se puede observar claramente un periodo de menor precipitación (Mayo, Agosto), siendo el mes menos lluvioso el de Julio; en cambio la mayor cantidad de precipitación se da en el mes Marzo.



Fuente: Elaboración Propia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 MATERIALES:

- Materiales.
 - Papel bond A4 (10 millares)
 - Tinta a color y negro para impresora Epson Stylus color 400 (02 unidades)
 - Disquette 2HD de 1.44 Mb. (01 caja).
 - Disco compacto (CD-RW), de 80 min/700MB (04 unidades)
 - Bolígrafos (10 unidades)
 - Libretas de campo (02 unidades)
 - Película fotográfica (02 rollos)
 - Carta nacional 1:1000
 - Formato de encuestas (200 unidades)
 - Tableros de campo (02 unidades)
 - Envase de vidrio esterilizado (04 unidades)
- Equipos.
 - Equipo de micro captación de agua (01 unidad), con todos sus accesorios (tanque revestido de una capa antimicrobiana, canaletas, llaves, tubos de $\frac{1}{4}''\varnothing$ y $\frac{1}{2}''\varnothing$)
 - Calculadora científica CASIO *fx-100w*. (01 unidades)
 - GPS marca Garmin 12X (01 unidad).
 - Equipo de cómputo: disco duro de 80 GB, Memoria RAM 256 MB, Monitor de 15'' marca Philips, teclado Micronics - negro, mouse óptico Lg. Digital Storage.
 - Impresora marca Epson Stylus Color 400 (01 unidad).

3.2 MÉTODOS:

3.2.1. ANALISIS DE LA DEMANDA ACTUAL DEL AGUA PARA CONSUMO DOMÉSTICO EN EL ÁMBITO URBANO Y RURAL.

3.2.1.1 RECONOCIMIENTO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO:

La delimitación de la zona de estudio se realizó usando el método del polígono de Thiessen, método que consiste en ubicar las

estaciones meteorológicas de acuerdo a sus coordenadas geográficas en un mapa base, en este caso Mapa del Alto Mayo.

- Se unen las estaciones E1, E2....E7, formando triángulos.
- Se trazan las medianas de los triángulos, formando polígonos. Cada polígono es el área de influencia de una estación.

3.2.1.2 DETERMINACIÓN DE PUNTOS EXPERIMENTALES:

La determinación de los Puntos Experimentales se basa en el método del Polígono de Thiessen, que establece que cualquier punto de la cuenca la lluvia es igual a la que se registra en el pluviómetro más cercano. En tal sentido se determinó 02 puntos experimentales: una en la Zona Urbana que abarca la ciudad de Moyobamba y la otra en la Zona Rural.

3.2.1.3. ENCUESTA DE OPINIÓN PÚBLICA.

El área de estudio de la presente investigación esta caracterizada por una zona urbana y una zona rural; en la que se desarrolló la encuesta (ver Anexo 2A-2B) por muestreo probabilístico cuya selección de unidades de la población se basa en el principio de aleatoriedad para lo cual se utilizó los números aleatorios generados por algoritmos de calculadora. (Función Rnd).

En la planificación y ejecución de la encuesta pública, se considera:

- **Definición de objetivos de la encuesta:** La primera tarea es fijar en términos concretos los objetivos de la encuesta

¿Qué se quiere estudiar?: Los hábitos de consumo y uso convencional del agua en viviendas del ámbito urbano y rural.

¿Cuál es la población en estudio?,

Zona urbana: 6625 que son el número de conexiones doméstica en la ciudad de Moyobamba (EPS – Moyobamba 2003).

Zona rural: 1599 viviendas distribuidas en 41 Caseríos (Gobierno Regional de San Martín 2003).

- **Determinación de la población que se cubrirá:** los objetivos de la encuesta deben definir la población que se quiere cubrir.
- **Selección de la muestra**
- **Obtención de la información:** El método para obtener la información, se realizó por entrevista directa dirigida a un integrante de la familia.
- **El cuestionario:** Qué responderá el informante o la hoja de la encuesta que llenará el encargado. Las preguntas deben ser claras y sin ambigüedades. Deben evitarse las preguntas que orienten las respuestas. Se realizó una pequeña prueba previa para reajustar o replantear las preguntas de la encuesta.
Se ha diseñado formatos de encuestas tanto para el área urbana como rural (Anexo 5).
- **La capacitación:** Se capacitó a los encargados de realizar las encuestas ya que se considera que este punto es muy importante para asegurar la calidad de la información recopilada por la encuesta.
- **Ingreso de los datos:** La información obtenida en la encuesta se ingreso a una computadora para su procesamiento.
La encuesta fue diseñada estratégicamente, para recopilar información sobre la demanda y uso de agua convencional en las viviendas, tanto para el ámbito urbano como rural.
Encuesta dirigida a conexiones de categoría doméstica en la ciudad de Moyobamba, en la zona rural esta destinada a los caseríos que están ubicadas dentro del área de influencia de la Estación Meteorológica Ordinaria E-CO Moyobamba.

a.Determinación de la Población Muestral: Para determinar el tamaño o población de la muestra donde se aplicó las encuestas (entrevista directa empleando cuestionarios y encuestadores), de tal modo que sea la muestra representativa del universo y poder inferir sobre las características o parámetros de la población en

su conjunto; se utilizó la fórmula del tamaño de la muestra, que se expresa de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2(N-1) + (Z^2 \cdot p \cdot q)} \quad (1)$$

Donde:

n = Número de encuestas a realizar.

E = Error permisible.

N = Universo de la muestra.

Z = Nivel de confiabilidad.

p = Probabilidad favorable.

q = Probabilidad desfavorable.

- De acuerdo al censo poblacional y de vivienda, realizado por el INEI en 1993, establece el promedio de 4.7 personas por familia.
- El nivel de confiabilidad utilizado es del 90% lo que proporciona un valor de Z de 1.8.¹
- De lo anterior se infiere un error permisible (E) del 10% (0.10).
- En cuanto a la probabilidad favorable o desfavorable (p; q) se asumió el 50% para cada una de estas.

En el caso de la zona urbana se utilizó el padrón 2003 de usuarios de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS – Moyobamba) donde se registraba además del nombre del usuario, la dirección de la conexión domiciliaría. (Anexo 2A)

¹ R. Spiegel Murria, Estadística 2ed. Apéndice II Áreas bajo la curva normal tificada entre 0 y Z.

En la zona rural se utilizó información de la población distrital por caserío proporcionada por el Gobierno Regional de San Martín – oficina de Demarcación Territorial de cuya fuente se elaboró un padrón de los caseríos y su población que se encontraban en el área de influencia del estudio. (Anexo 2 B).

3.2.1.4. **TOMA DE DATOS DE PRÁCTICAS CONVENCIONALES DE USO DOMÉSTICO DEL AGUA:**

Como complemento a las encuestas se registró datos de prácticas convencionales del uso doméstico de agua, usando fichas de medición que nos permitió cuantificar el consumo y uso convencional del agua; y hacer su respectivo análisis. (Anexo N° 03) y (Anexo N° 04)

En estas fichas se tomo en cuenta las actividades que realizan las familias respecto al uso convencional de agua.

El registro de datos se realizó por un periodo de 8 días con la participación de los integrantes de las familias (Viviendas) seleccionadas.

Para la selección de viviendas en este caso en particular se eligió 16 familias (viviendas), distribuidas equitativamente en el casco urbano de la ciudad de Moyobamba y un caserío de la zona rural que se encuentre en el ámbito de influencia del estudio.

Para el análisis global de la demanda de agua en las viviendas de la parte urbana y rural, consideramos estudiar el comportamiento de las variables uso doméstico de agua; que nos permitió determinar la frecuencia de uso, las horas de mayor consumo, en algunos casos la cantidad de agua usada en las actividades cotidianas.

Para este trabajo se conformó un equipo idóneo que constituye un aspecto importante y decisivo para el cumplimiento del trabajo; según el caso contamos con 04 personas: coordinadores (urbano y rural) y 02 asistentes de campo a los que se dio capacitación básica en lo siguiente:

- Importancia y Objetivos del Trabajo de Investigación (Tesis).
- Presentación de las fichas de recolección de datos: como llenar los datos, observaciones.
- Recomendaciones para el trabajo de campo.

3.2.1.5. DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO :

Se determinó mediante el uso del método establecido por la oficina de presupuesto y planificación del ministerio de transportes, comunicaciones, vivienda y construcción.

En el documento denominado Pautas y contenidos mínimos para la formulación de estudios de saneamiento al nivel de perfil.

Considera:

a.- Población de Referencia y Demandante.

La determinación de la población de referencia y demandante, cuyo cálculo tiene en cuenta información estadística de población, densidad poblacional (habitante/vivienda) y cuya proyección se realiza mediante la fórmula de la población futura, expresada de la siguiente manera:

$$P_f = P_o * (1 + r)^n \quad (2) \quad ^2$$

Donde:

P_f = Población del año que se quiere estimar.

P_o = Población del año base (2004).

r = Tasa de crecimiento poblacional (3.5)³

n = Número de años.

b.- Servicios demandados por la población:

² Manual para el Diagnostico Situacional del NEC -1975.

³ INEI – Tasa de Crecimiento Intercensal 1980-1993.

En la que se considera la población demandante, la dotación promedio por persona (lppd).

c.- Análisis de la Oferta y Demanda de Agua para Consumo Humano.

Para el cálculo de la oferta de agua en la zona rural se determinó mediante el método volumétrico expresado en la siguiente fórmula:

$$Q = V / T \quad (3)$$

Donde:

Q = Caudal l/s.

V = Volumen en litros

T = Tiempo en segundos.

Mediante esta fórmula se determina el caudal de la fuente de agua más cercana para uso doméstico.

En la zona urbana la oferta se determina considerando la tasa de crecimiento de la producción unitaria de agua y el porcentaje de viviendas con conexión doméstica que prestan las condiciones más adecuadas para instalar el sistema de microcaptación.

3.2.2. APLICAR LA MICRO CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA PARA USO Y CONSUMO HUMANO.

3.2.2.1. DISEÑO PARA LA MICRO CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA:

■ Componentes del sistema de micro captación:

- ✓ Captación
- ✓ Recolección y conducción

- ✓ Interceptor
- ✓ Almacenamiento

El método a utilizado es la de SCAPT (sistema de captación de agua pluvial de techo), usada por la CEPIS y la UNATSABAR

- Tratamiento del agua de lluvia recolectada: Este tratamiento se llevo a cabo usando un filtro, seguida de la desinfección con cloro.
- Diseño:
 - ✓ Bases del diseño:
 - Precipitación en la zona: Se determina la precipitación promedio mensual.

$$P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}{n} \quad (4)$$

Donde:

n = número de años evaluados

P_i = valor de precipitación mensual del mes "i" (mm).

P_{pi} = precipitación promedio mensual del mes "i" de todos los años evaluados (mm).

- Tipo de material del que esta construida la superficie de captación.
- Número de personas beneficiadas.
- Demanda: Se determinará la demanda de la siguiente manera:

$$Di = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000} \quad (5)$$

Donde:

Nu = Número de usuarios que se benefician del sistema.

Nd = Número de días del mes analizado.

Dot = Dotación (lppd)

Di = Demanda mensual (m³)

✓ Criterios de diseño : se determinó;

- El área del techo necesario.
- La capacidad de tanque de almacenamiento.
- Precipitación de los últimos años(10-15 años)

Fuente: CEPIS / UNATSABAR (unidad de apoyo técnico de saneamiento básico rural), 2001. Guía de diseño para la captación de agua de lluvia.

3.2.2.2. TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DE LLUVIA:

- *Toma de muestras.*

Para el presente estudio se tomó muestras de agua de lluvia, captada a través de la canaleta y recepcionada en un tanque de capacidad de 1000 l. El punto de muestreo esta en el dispositivo de salida (pileta) del agua de lluvia para el consumo doméstico. Las tomas de muestras se realizaron cada 45 días.

La muestra de agua de lluvia:

- Cantidad: 1000 ml aprox.
- Envase : Vidrio esterilizado

Finalmente fueron llevadas al Laboratorio (Centro de Análisis e Investigación Microlab S.A.C.), para su respectivo análisis.

3.2.3. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MICRO CAPTACIÓN PARA APROVECHAMIENTO ALTERNATIVO DE AGUA DE LLUVIA COMO COMPLEMENTO AL CONSUMO DOMÉSTICO DE AGUA.

Se determinó para esto:

- a.- Las Actividades Asociadas al Proyecto en la fase de inversión y post inversión.
- b.- Se determinó los costos del proyecto (costos de inversión, operación y mantenimiento).
- c.- El flujo de Costos en el Horizonte del Proyecto.
- d.- Cuantificación de los Beneficios Económicos de los nuevos usuarios.
- e.- Evaluación Económica en base a los Costos y Beneficios, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{VAB}{INV + VAC} \quad (6)$$

Donde:

B/C = Razón costo- beneficio

VAB = Valor Actual de los Beneficios

VAC = Valor Actual de los Costos

INV = Inversión

IV. RESULTADOS :

4.1 ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA PARA CONSUMO DOMÉSTICO EN EL ÁMBITO URBANO Y RURAL.

4.1.1. RECONOCIMIENTO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO:

El área de influencia encontrada para nuestro estudio es tomada por la estación Climatológica Ordinaria (CO) Moyobamba que corresponde al área de influencia de nuestro estudio.

Cabe mencionar que para el cálculo del área de influencia de las estaciones se uso el método del polígono de Thiessen el cual utilizó la ubicación de la estación pluviométrica Balsapuerto ubicada en la Provincia de Alto Amazonas. Además de las estaciones administradas por el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) en el Alto Mayo. (Anexo N° 01)

El área de influencia del estudio corresponde también al área de influencia de la estación climatológica ordinaria (CO) Moyobamba, lo que implica que el punto experimental podría estar en cualquier lugar de esta área indistintamente del ámbito urbana y rural.

4.1.2. DETERMINACIÓN DE PUNTOS EXPERIMENTALES:

Se estableció como punto experimental una vivienda en la zona urbana de Moyobamba; ubicada en el Jr. Pedro Pascasio Noriega N° 427 de coordenadas UTM Norte 9333092 y Este 18M 282294.

En la zona rural se determinó como punto experimental al centro poblado Nueva York de coordenadas UTM Norte 9338877 y Este 18M 294803, margen izquierda del río Mayo.

4.1.3. RESULTADO DE LAS ENCUESTAS : ZONA URBANA

4.1.3.1. Determinación de la Población Muestral:

El estudio se realizó al 90% de confiabilidad, con un error permisible del 10%, además con una probabilidad favorable del 50% y una probabilidad desfavorable del 50%.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2(N-1) + (Z^2 \cdot p \cdot q)} \quad (1)$$

Donde:

n = Número de encuestas a realizar.

E = Error permisible (10% = 0.10).

N = Universo de la muestra = 6625 (Nº de conexiones domésticas en Moyobamba).

Z = Nivel de confiabilidad (90% = 1.80).

P = Probabilidad favorable (50% = 0.5).

Q = Probabilidad desfavorable (50% = 0.5).

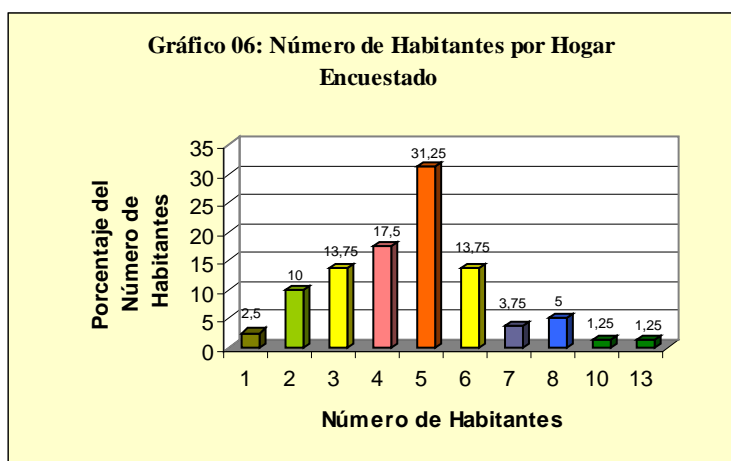
Remplazando la fórmula:

$$n = \frac{(1.80)^2 (0.5) (0.5) (6625)}{(0.10)^2 (6625-1) + (1.80)^2 (0.5)(0.5)} = \frac{5366.25}{67.05} = 80.00$$

La población maestral para la zona urbana es de **80.00 encuestas**

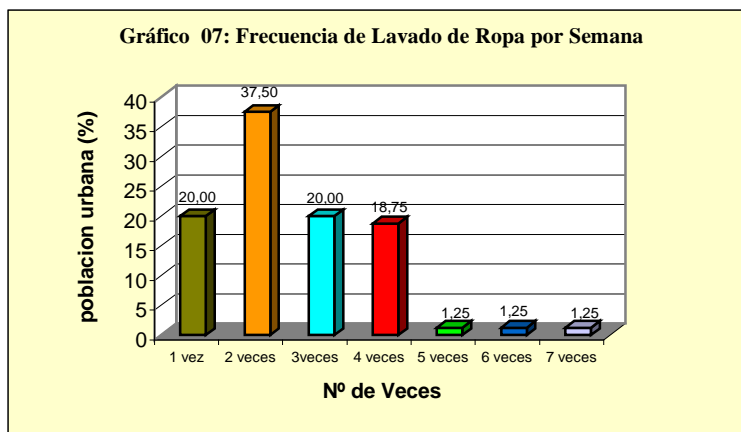
4.1.3.2 Aspectos de la Encuesta

a.- Generalidades: Según los resultados de la encuesta en la zona urbana, el 31.25% de las familias encuestadas cuenta con 5 habitantes por familia; el 17,5% cuentan con 4 personas por familia; el 13,75% cuenta con 3 y 6 personas por familia; el 2.5% cuenta con 1 persona por familia y el 10% con 2 personas por familia aumentando notoriamente en 3.75% con 7 personas por familia; el 5% cuenta con 8 personas por familia y el 1.25% cuenta con 10 y 13 personas por familia. Tal como se aprecia en el gráfico siguiente:



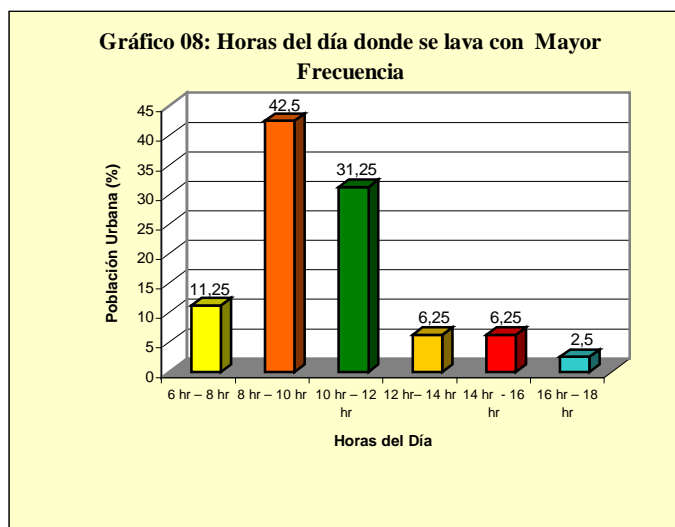
Fuente: Elaboración propia. 2005

b.- Hábitos de Consumo: Según el gráfico 07, se refiere a los hábitos de consumo de la población urbana, se puede observar que el 20% de las familias encuestadas lavan la ropa 1 vez por semana; el 37,5% lavan 2 veces por semana; el 20% 3 veces a la semana; el 18,75% lavan 4 veces a la semana y en menores porcentajes (1.25%), 5, 6 y 7 veces a la semana.



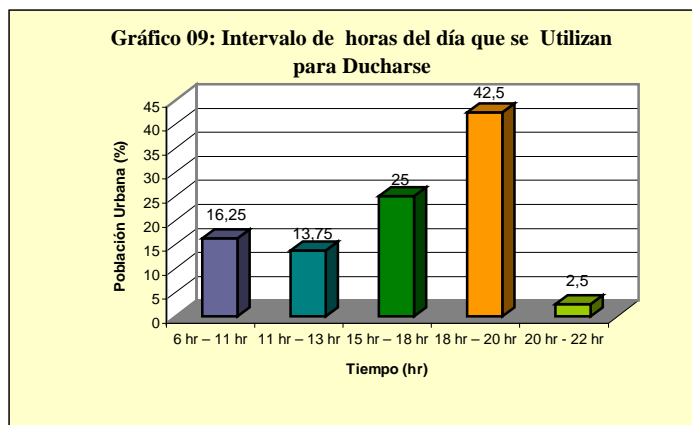
Fuente: Elaboración propia. 2005

Con respecto a la hora del día en el que lavan, Se deduce que el 42,5% lava la ropa de 8 horas a 10 horas del día; un 31,25% lava de 10 horas hasta las 12 horas del medio día; un 11,25% lava de 6 horas a 8 horas de la mañana; un 6,25% de 12 horas hasta las 16 horas y un 2,5% desde las 16 horas hasta las 18 horas.



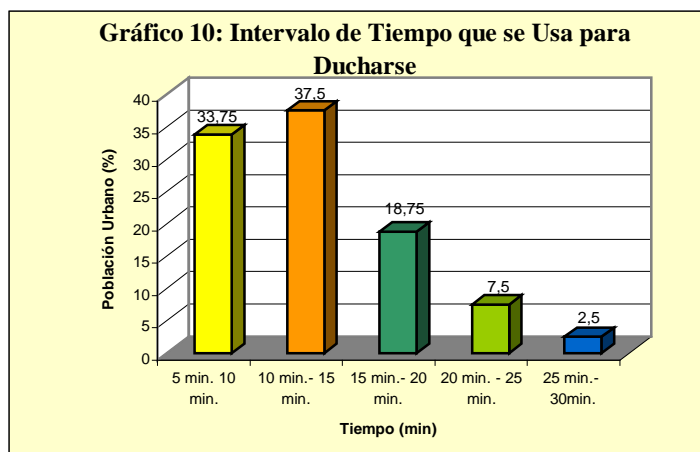
Fuente: Elaboración propia. 2005

Con respecto al intervalo de horas del día que se utiliza con frecuencia para ducharse se tiene que el 42,5% usan la ducha de 18 horas a 20 horas de la tarde; el 25% usan de 15 horas a 18 horas; 16,25% usan de 6 horas a 11 horas de la mañana; el 13,75% de 11 horas de la mañana hasta la 13 horas de la tarde, y en menor cantidad el 2,5% desde las 20 horas hasta las 22 horas.



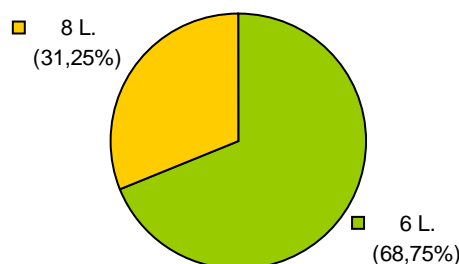
Fuente: Elaboración propia. 2005

En cuanto al intervalo de tiempo que se usa para Ducharse, Se observa que el 37,5% usan de 10 a 15 minutos para ducharse; el 33,75% de 5 a 10 minutos; el 18,75% de 15 a 20 minutos; 7,5% de 20 a 25 minutos y el 2,5% de 25 a 30 minutos.



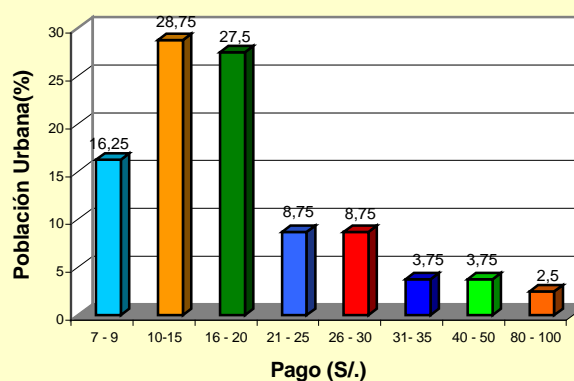
Fuente: Elaboración propia. 2005

Con respecto a la capacidad del inodoro se tiene que el 68,75% tiene un tanque de capacidad de 6 L, en cambio un 31,25% de capacidad de 8 L.

Gráfico 11: Capacidad del tanque del inodoro

Fuente: Elaboración propia. 2005

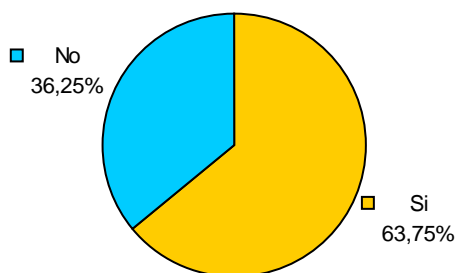
Con referencia al pago por mes que hace la población con respecto al consumo de agua, se tiene que el 28,75% paga de 10 a 15 soles por mes; el 27,5% de 16 a 20 soles, el 16,25% de 7 a 9 soles; el 8,75% de 21 a 30 soles por mes; el 3,75% de 31 a 50 soles y 2.5% de 80 a 100 soles al mes.

Gráfico 12: Pago al mes por Consumo de Agua

Fuente: Elaboración propia. 2005

Según la opinión sobre el costo de consumo de agua se tiene que el 63,75% manifiesta que el consumo de agua es caro, mientras que el 36,25% manifiesta que el consumo no es caro.

Gráfico 13: ¿Le parece caro su consumo de Agua?

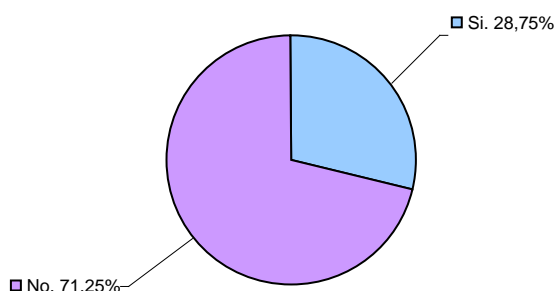


Fuente: Elaboración propia. 2005

c.- Aprovechamiento de Agua de Lluvia.

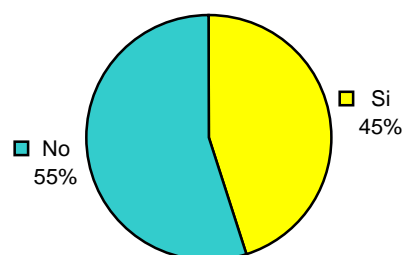
En cuanto al aprovechamiento de agua de lluvia se tiene que el 71,25% posee canaletas en su vivienda, mientras que el 28,75% no cuenta con este sistema.

Gráfico 14: Canaletas en las Vivienda



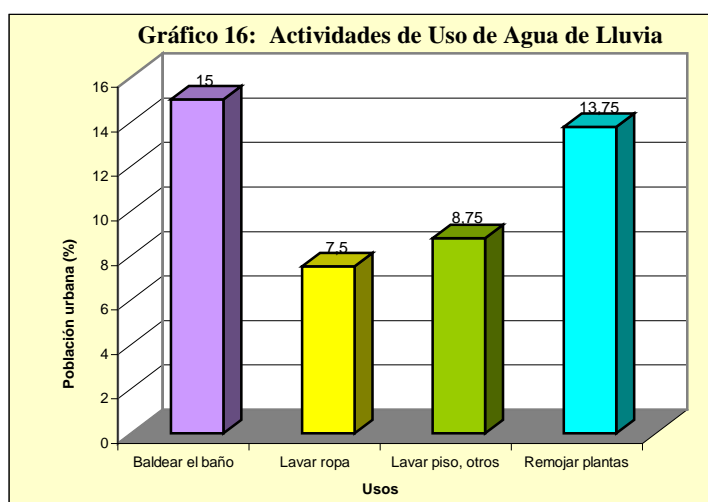
Fuente: Elaboración propia. 2005

Con respecto al uso de agua de lluvia en las viviendas se puede observar que el 55% le da uso al agua de lluvia y el 45% no le da ningún uso.

Gráfico 15: Uso Actual del Agua de Lluvia

Fuente: Elaboración propia. 2005

El Gráfico siguiente corresponde al uso que le dan al agua de lluvia como se muestra en gráfico 15 donde el 45% de hogares usan el agua de lluvia. Observándose que el 15% se usa para baldear el baño; el 13,75% se usa para remojar las plantas; el 8,75% para lavar pisos y otros; y el 7,5 % para lavar la ropa.

Gráfico 16: Actividades de Uso de Agua de Lluvia

Fuente: Elaboración propia. 2005

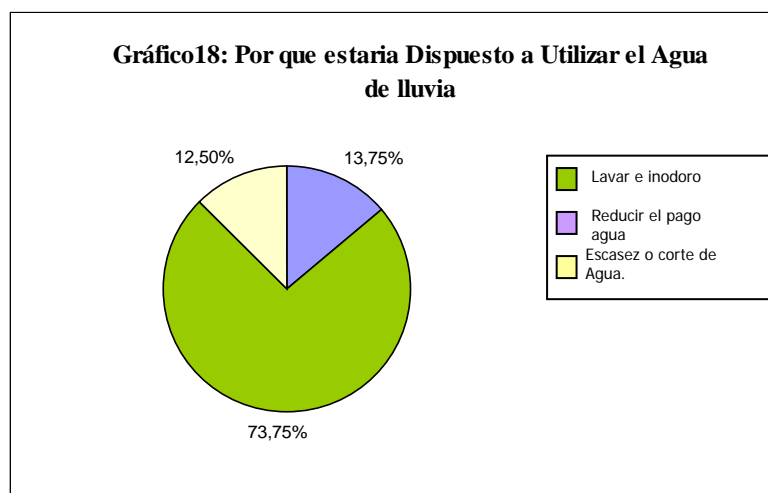
Con respecto a la disposición de uso de agua de lluvia como complemento al sistema convencional de agua potable, se observa en el gráfico 17 que el 95% está dispuesto a usar agua

de lluvia mientras que el 5% no estaría dispuesto a usar el agua de lluvia.



Fuente: Elaboración propia. 2005

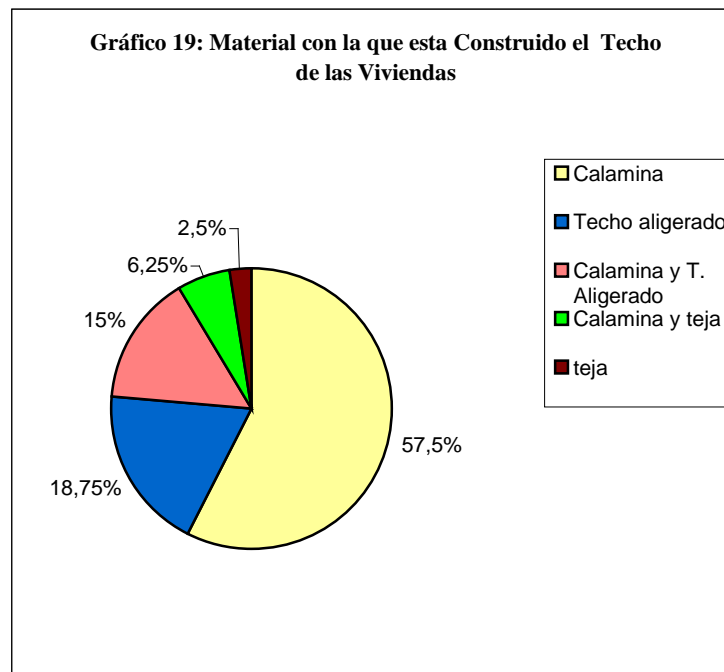
Se tiene entonces que en un 95% de las familias estarían dispuestas a usar el agua de lluvia para diferentes usos; de las cuales el 73,75% (como se puede observar en el gráfico 18) usaría el agua para lavar, baldear el baño; el 13,75% lo usaría con el fin de reducir el pago del uso convencional del agua y el 12,50% usaría en casos de escasez o corte de agua potable.



Fuente: Elaboración propia. 2005

En las observaciones realizadas con respecto al material del techo con las que estas construidas las viviendas se tiene que el 57,5% el techo esta construido de calamina, lo que facilitaría la

instalación del sistema de micro captación; un 18,75% esta construido de techo aligerado; un 15% de calamina mas techo aligerado; un 6,25% de calamina y teja y un 2,5% de teja.



Fuente: Elaboración propia. 2005

4.1.4 RESULTADO DE LAS ENCUESTAS: ZONA RURAL.

Al igual que en la zona urbana se determino la población muestral (fórmula 01), considerando para ello un universo de 1599 viviendas o familias (N), y un nivel de confiabilidad ($Z = 90\% = 1.80$) y Probabilidad favorable o desfavorable de 50% respectivamente (p y q)

Reemplazando la formula 01:

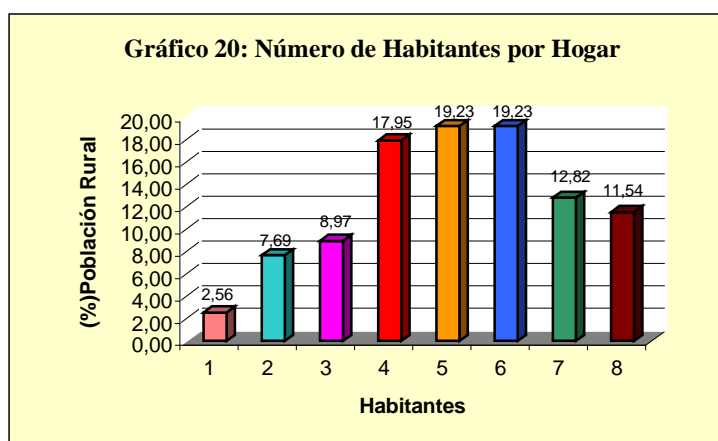
$$n = \frac{(1.80)^2 (0.5) (0.5) (1599)}{(0.10)^2 (1599-1) + (1.80)^2 (0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{1295.19}{16.79} = 78$$

La población muestral para la zona rural es de **78 encuestas**

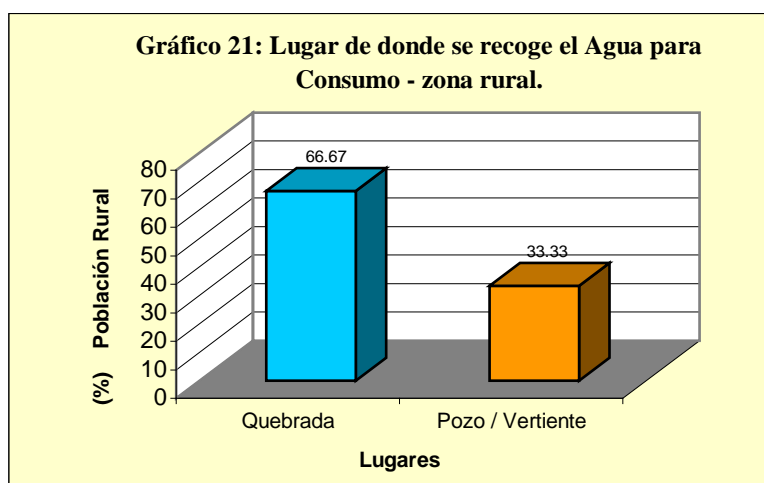
4.1.4.1 Aspectos de la Encuesta.

a.- Generalidades: Según los resultados de la encuesta se puede mencionar que, el 19,23% de la población de la zona rural cuenta en promedio con 5 a 6 personas por familia; un 17,95% con 4 personas por familia, un 12,82% con 7 personas por familia; un 11,84% con 8 personas por familia; 8,97% con 3 persona por familia; un 7,69% con 2 persona por familia y un 2,56% con 1 persona por familia.



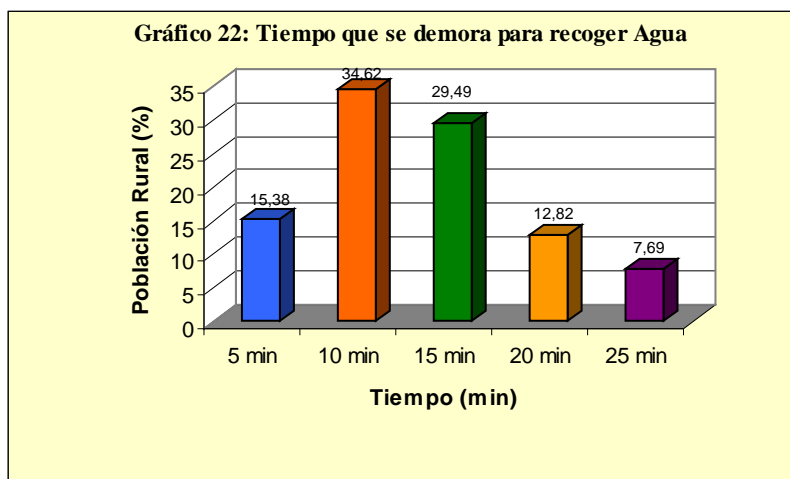
Fuente: Elaboración propia. 2005

b.- Fuente de agua para consumo zona rural: Según el gráfico 21, se puede observa que el poblador rural recoge el agua de las quebradas en un 66.67% y en un 33,33% de los pozos y vertientes.



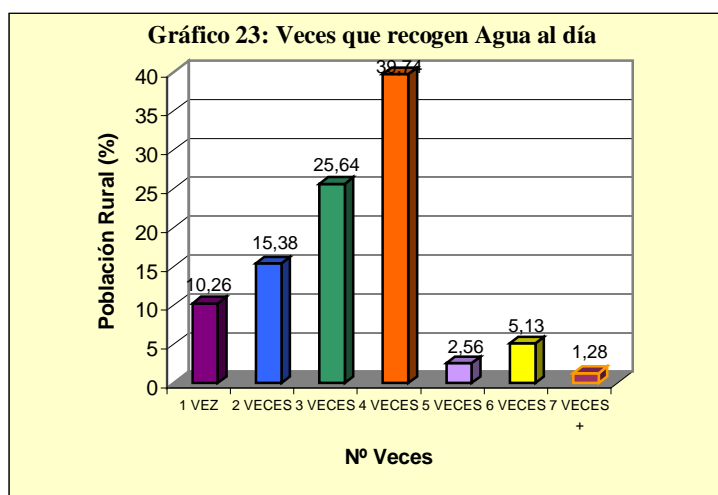
Fuente: Elaboración propia. 2005

Con respecto al tiempo que usan para recoger el agua, se tiene que el 34,62% usan 10 minutos para recoger el agua; el 29,49% 15 minutos; el 15,38% 5 minutos; el 12,82% 20 minutos y el 7,69% 25 minutos.



Fuente: Elaboración propia. 2005

Según el gráfico 23, se puede visualizar el 39,74% acarrean 4 veces el agua al día; el 25,64% 3 veces al día; el 15,38% 2 veces al día; el 10,26% 1 vez al día; 5,13% 6 veces al día; 2,56% 5 veces y 1,28% de 7 veces a más, al día.

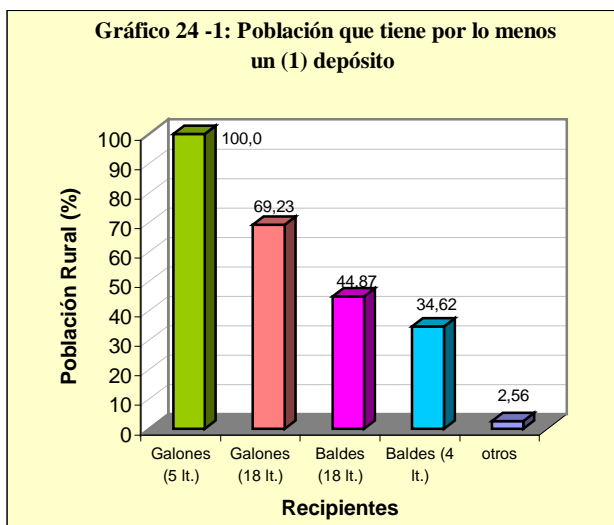


Fuente: Elaboración propia. 2005

En estos cuadros se podrá explicar los tipos y la cantidad de depósitos que la población usa para recoger el agua.

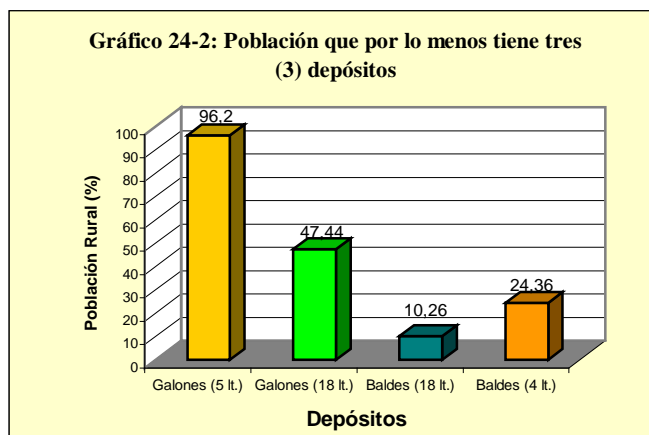
En el cuadro 24-1 se puede observar que la población en su 100% tiene un galón de 5 L; el 69,23% tiene un galón de 18 L;

el 44.87% tiene un balde de 18 L; el 34.62% tiene un balde de 4L.



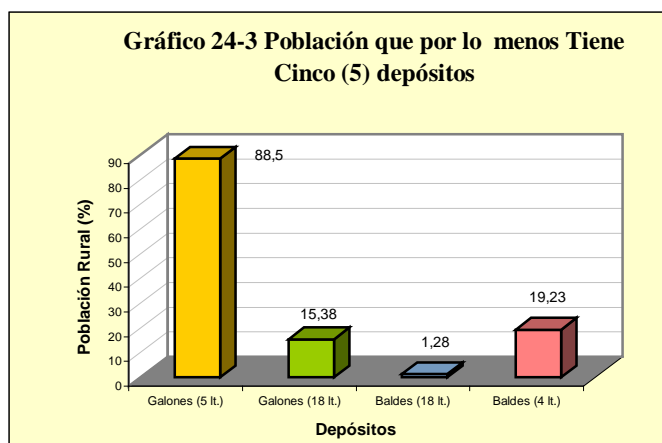
Fuente: Elaboración propia. 2005

En este gráfico se puede observar que el 96.2% tiene 03 galones de 5 L; el 47.44% posee 03 galones de 18 L; el 10.26% posee 03 baldes de 18 L y el 24.36% posee 03 baldes de 4 L.



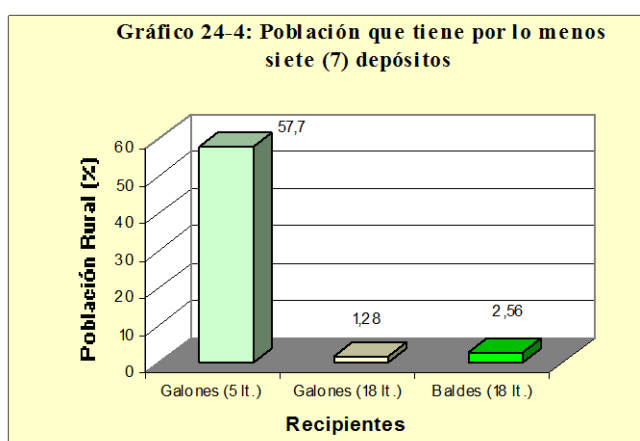
Fuente: Elaboración propia. 2005

En este gráfico se observa que el 88, 5% tiene 5 galones de 1 L; el 15,38% tiene 5 galones de 18 L; el 1,28% tiene baldes de 18L y el 19,23% tiene 5 baldes de 4L.



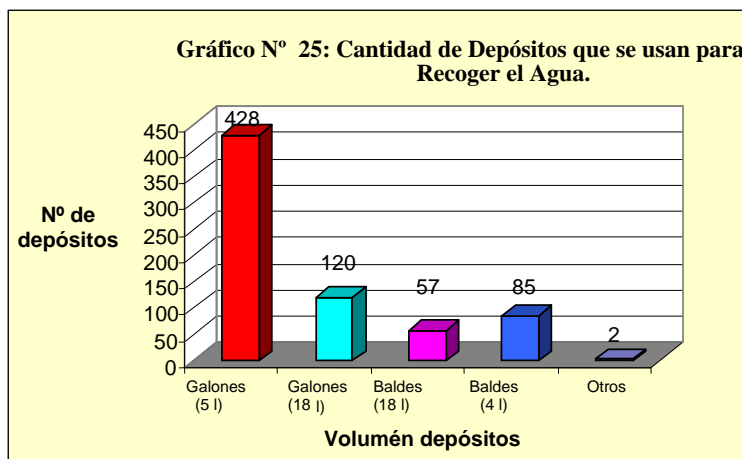
Fuente: Elaboración propia. 2005

Se observa que el 57,7% tiene 7 galones de 5L; el 1,28% tiene galones de 18 L, el 2,56% tiene 7 baldes de 4L.



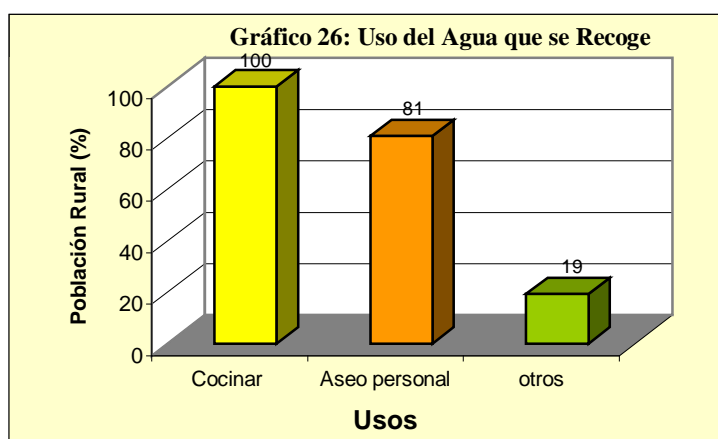
Fuente: Elaboración propia. 2005

Se observar que la mayoría de las familias poseen (428) galones de 5 L y en menor cantidad (120) galones de 18 L; (57) baldes de 18 L y (85) baldes de 4 L. Las cuales usan para recoger el agua.



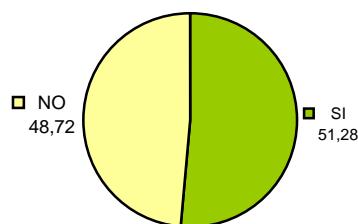
Fuente: Elaboración propia. 2005

En el gráfico 26 se puede observar que el 100% de la población rural usa el agua para cocinar; el 81% para su aseo personal y el 19% para otras actividades.



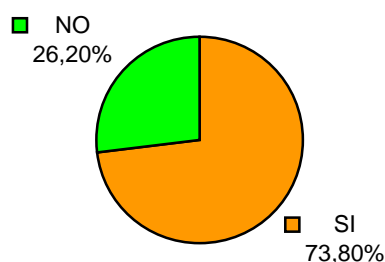
Fuente: Elaboración propia. 2005

c.- Aprovechamiento de agua de lluvia en la zona rural: Como se observa en el gráfico 27; el 51,28% le dan uso al agua de lluvia mientras que un 48,72% no le dan ningún uso.

Gráfico 27: Uso Actual del Agua de lluvia

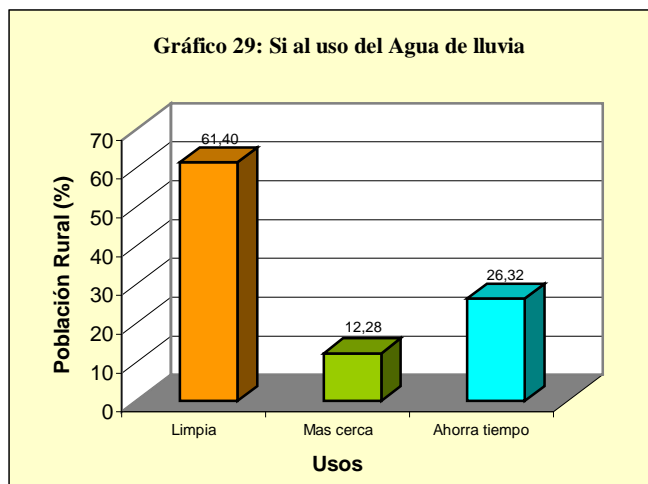
Fuente: Elaboración propia. 2005

Con respecto a la aceptación de uso de agua de lluvia se tiene que el 73,80% está dispuesto a usar agua de lluvia, mientras que un 26,20% no la usaría.

Gráfico 28: Aceptación al uso del Agua de lluvia

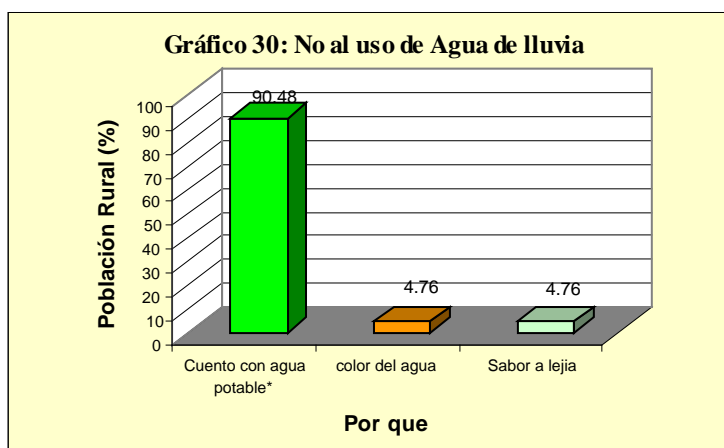
Fuente: Elaboración propia. 2005

El gráfico siguiente corresponde al 73,80% de los hogares que estarían de acuerdo a usar el agua de lluvia. Por las siguientes razones: el 61,40% usaría el agua por que es limpia; el 26,32% por que se ahorra en tiempo y el 12,28% por que la disposición del agua de lluvia esta más cerca.



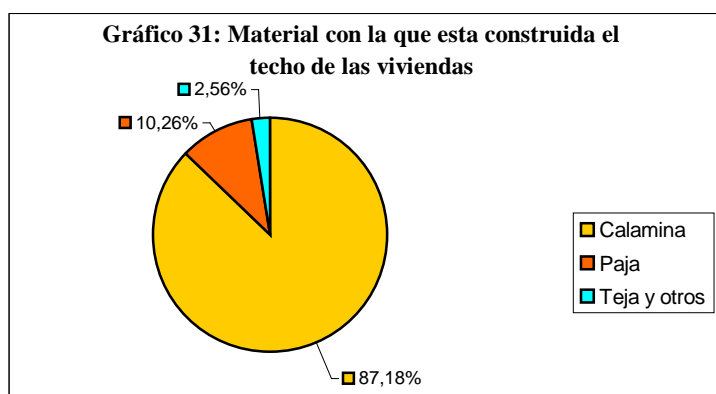
Fuente: Elaboración propia. 2005

El siguiente cuadro corresponde el por que no estarían dispuestos a usar el agua de lluvia, correspondiendo esto al 26,32% con respecto a la aceptación de uso del agua de lluvia, las razones por lo que no estarían dispuesto a usarla son las siguientes: el 90,48% no usaría el agua de lluvia por que cuentan con agua potable (agua entubada) y el 4,76% por el color del agua y por que tiene sabor a lejía.



Fuente: Elaboración propia. 2005

En el Gráfico se puede visualizar con respecto al material del que esta construido el techo de las viviendas en la zona rural se tiene que el 87,18% es de calamina; el 10,26% es de paja y el 2,56% de teja y otros.



Fuente: Elaboración propia. 2005

4.1.5 PRÁCTICAS CONVENCIONAL DE USO DOMÉSTICO DE AGUA.

4.1.5.1 Demanda de agua en las viviendas:

a.- Zona Urbana.

- Viviendas monitoreadas : 08

- Promedio habitantes por Vivienda : 05

Los resultados se muestran en los siguientes cuadros y gráficos:

CUADRO 06: CONSUMO PROMEDIO MENSUAL DE AGUA POR VIVIENDA

FECHA	CONSUMO DIARIO DE AGUA POR VIVIENDA (m ³)								PROMEDIO DIARIO(m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
2 5 2004	0,423	0,521	0,374	0,706	0,258	0,395	0,376	0,579	0,454
3 5 2004	0,349	0,405	0,312	0,669	0,216	0,345	0,396	0,498	0,399
4 5 2004	0,245	0,429	0,245	0,502	0,244	0,309	0,202	0,399	0,322
5 5 2004	0,420	0,523	0,412	0,691	0,318	0,255	0,398	0,538	0,444
6 5 2004	0,419	0,495	0,328	0,729	0,282	0,455	0,385	0,524	0,452
7 5 2004	0,498	0,582	0,426	1,395	0,352	0,475	0,391	0,595	0,589
8 5 2004	0,399	0,562	0,359	0,704	0,310	0,403	0,393	0,509	0,455
Promedio Semanal m ³									3,115
Promedio Mensual m ³									13,537

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 07: CONSUMO PROMEDIO MENSUAL DE AGUA EN DUCHAS

FECHA	CONSUMO DIARIO DE AGUA POR VIVIENDA (Lt)								PROMEDIO DIARIO(m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
2 5 2004	67	93	60	108	47	87	64	90	0,077
3 5 2004	77	100	69	125	54	93	70	108	0,087
4 5 2004	32	59	39	53	24	52	24	37	0,040
5 5 2004	80	76	68	103	42	65	50	92	0,072
6 5 2004	56	67	42	81	32	63	57	74	0,059
7 5 2004	46	78	56	98	42	87	59	86	0,069
8 5 2004	68	99	87	142	67	113	65	103	0,093
Promedio Semanal m ³									0,497
Promedio Mensual m ³									2,160

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 08: CONSUMO PROMEDIO MENSUAL DE AGUA EN INODOROS.

FECHA	FRECUENCIA DE USO DEL INODORO TANQUE DE 6 LITROS								FRECUENCIA PROMEDIO DIARIO	PROMEDIO DIARIO(Lt)	PROMEDIO DIARIO(m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8			
2 5 2004	21	22	18	24	12	17	15	23	19,0	114,0	0,114
3 5 2004	17	20	17	21	14	20	15	20	18,0	108,0	0,108
4 5 2004	20	21	15	24	14	18	12	20	18,0	108,0	0,108
5 5 2004	11	12	11	12	8	10	7	17	11,0	66,0	0,066
6 5 2004	10	16	8	8	9	11	12	13	10,9	65,3	0,065
7 5 2004	16	22	21	23	11	23	20	18	19,3	115,5	0,116
8 5 2004	12	13	18	22	12	16	15	17	15,6	93,8	0,094
Promedio Semanal m ³											0,671
Promedio Mensual m ³											2,914

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 09: CONSUMO PROMEDIO MENSUAL DE AGUA EN COCINAR.

FECHA	CONSUMO DIARIO DE AGUA POR VIVIENDA (Lt)								PROMEDIO DIARIO(m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
2 5 2004	80	78	48	105	48	87	48	98	0,074
3 5 2004	59	68	42	80	35	69	51	62	0,058
4 5 2004	60	66	40	74	35	52	48	72	0,056
5 5 2004	65	64	39	69	39	72	50	76	0,059
6 5 2004	56	72	55	79	30	68	49	74	0,060
7 5 2004	61	75	36	98	36	73	42	67	0,061
8 5 2004	68	76	52	98	52	78	83	76	0,073
Promedio Semanal m ³									0,442
Promedio Mensual m ³									1,919

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 10: CONSUMO PROMEDIO MENSUAL DE AGUA EN LAVAR ROPA.

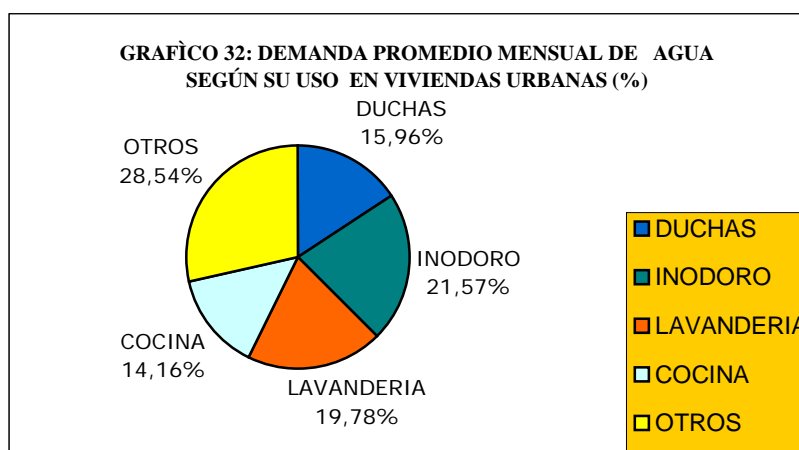
FECHA	CONSUMO DIARIO DE AGUA POR VIVIENDA (Lt.)								promedio semanal (m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
2 5 2004	42	0	362	59	0	32	79	498	0,134
3 5 2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000
4 5 2004	0	152	92	0	0	0	24	0	0,034
5 5 2004	69	0	0	568	0	65			0,088
6 5 2004	0	0	56	0	0	0	50	0	0,013
7 5 2004	0	0	0	0	0	87		0	0,011
8 5 2004	520	466	0	225	356	413	432	269	0,335
Promedio Semanal m ³									0,615
Promedio Mensual m ³									2,670

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 11: DEMANDA PROMEDIO MENSUAL DE AGUA SEGÚN SU USO EN VIVIENDAS URBANAS

USO DEL AGUA EN VIVIENDAS URBANAS	DEMANDA PROMEDIO DIARIO (m ³)	DEMANDA MENSUAL PROMEDIO (m ³)*
DUCHAS	0,071	2,160
INODORO	0,096	2,920
LAVANDERIA	0,088	2,677
COCINA	0,063	1,916
OTROS	0,127	3,863
CONSUMO TOTAL	0,445	13,537

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración propia. 2005

b.- Zona Rural.

- Viviendas monitoreadas : 08
- Promedio habitantes por vivienda : 05

Los resultados se muestran a continuación:

Las poblaciones rurales generalmente utilizan envases de plástico de 5 L. y 18 L. Cuyo primer uso fue el de contenedor de aceite comestible de las marcas Palmerola, Cil, Friol Capri entre las más comunes, estas tienen forma de galoneras.

El uso que le dan al agua tiene muy pocas variantes como es el de cocinar, aseo personal (no se considera el baño) y el de dar de beber a los animales menores como gallinas patos y cerdos. En el anexo 06, se muestra el consolidado del consumo de agua de 8 viviendas evaluadas durante una semana en el área rural del cual se infiere el consumo promedio mensual de 2.98 m³ ó 19.59

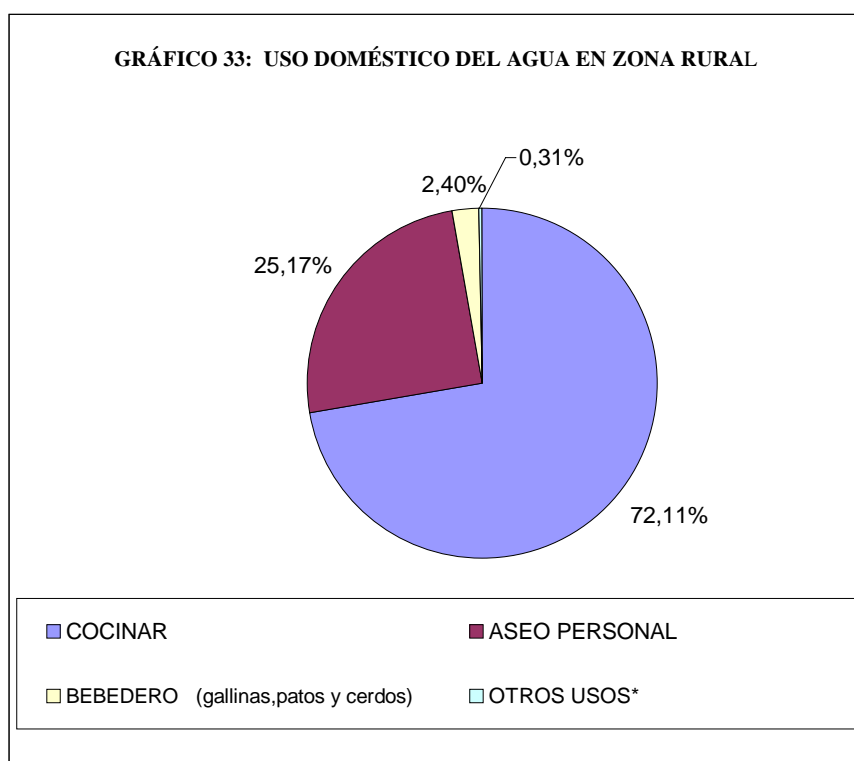
lppd; esto debido a que actividades como el baño, el lavado de ropa, entre otras acciones lo realizan en la fuente de agua (río, quebrada, vertiente, pozo, etc.)

CUADRO 12: FRECUENCIA DE USO DE AGUA EN VIVIENDAS RURALES.

ACTIVIDAD: USO DEL AGUA	FRECUENCIA DE USO SEMANAL POR FAMILIA (Nº DE VECES)								PROMEDIO POR FAMILIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	
COCINAR	172	186	153	155	169	191	175	180	172,625
ASEO PERSONAL	73	82	56	67	29	71	68	36	60,250
BEBEDERO (gallinas, patos y cerdos)	8		3	4	8	7	8	8	5,750
OTROS USOS*	1	0	1	0	1	0	1	2	0,750

* OTROS USOS: LAVAR HERRAMIENTAS, AFILAR MACHETE, LAVAR BOTAS

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración propia. 2005

4.1.6 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN DE REFERENCIA Y DEMANDANTE

Teniendo en cuenta la información estadística de población obtenida al 2004, la densidad poblacional (hab/viv) y el cálculo de la población futura obtenida mediante la fórmula:

$$P_f = P_o * (1 + r)^n \quad (2)$$

Se obtiene la población de referencia agrupada en viviendas en un horizonte de 10 años, que se detalla a continuación:

- N° viviendas área de influencia rural del estudio (2004) = 1,599
- N° viviendas área de influencia urbana del estudio (2004) = 7,767
- Tasa de crecimiento anual (%)¹ = 3.50
- Densidad poblacional (hab./Viv.)² = 4.70
- Población urbana 2004 (36.8% de la población distrital)³ = 36,506
- Población rural del área de influencia del estudio 2004 = 7,515

En el caso del área de influencia rural del estudio, población demandante se considera a toda la población agrupada en viviendas que según la encuesta en la zona rural están dispuestos a utilizar agua de lluvia (73.80% de las viviendas encuestadas); mientras en el área de influencia urbana del estudio la población demandante se ha calculado en base a la cobertura del servicio de agua potable al 2004 en la ciudad de Moyobamba (83,28%)⁴ cuya cantidad de conexiones domésticas de agua potable al 2004⁵ es de 6,346 viviendas con conexión de agua potable.

CUADRO 13: POBLACIÓN DE REFERENCIA Y POBLACIÓN DEMANDANTE DE LA ZONA RURAL

Población de referencia	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Población Rural	7.515	7.778	8.051	8.332	8.624	8.926	9.238	9.562	9.896	10.243	10.601
N° viviendas	1.599	1.655	1.713	1.773	1.835	1.899	1.966	2.034	2.106	2.179	2.256
Población demandante	5.546	5.740	5.941	6.149	6.364	6.587	6.818	7.056	7.303	7.559	7.824
Población dispuesta a utilizar agua de lluvia(%)	73,80										
Tasa de crecimiento anual(%)	3,50										
Densidad Poblacional (hab./Viv)	4,7										

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 14: POBLACIÓN DE REFERENCIA Y POBLACIÓN DEMANDANTE DE LA ZONA URBANA

Población de referencia	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Población Urbana	36.506	37.784	39.106	40.475	41.891	43.358	44.875	46.446	48.071	49.754	51.495
N° viviendas	7.767	8.039	8.320	8.612	8.913	9.225	9.548	9.882	10.228	10.586	10.956
N° conexiones domiciliarias de agua	6.346	6.695	6.929	7.172	7.423	7.683	7.952	8.230	8.518	8.816	9.125
Población demandante	29.826	31.466	32.568	33.707	34.887	36.108	37.372	38.680	40.034	41.435	42.885
Cobertura del servicio de agua(%)	83,28										
Tasa de crecimiento anual(%)	3,50										
Densidad Poblacional (hab./Viv)	4,7										

Fuente: Elaboración Propia

¹ y ² INEI Tasa de crecimiento ínter censal 1980 -1993

³ Mapa de pobreza de FONCODES 1999

⁴ EPS-Moyobamba 2004

⁵ Implementación de un esquema de Pago por Servicios Ambientales/ Estudio de tarifas/ EPS Moyabamba/Martin Nowack/ febrero 2005

4.1.7 LOS SERVICIOS DEMANDADOS POR LA POBLACIÓN

El servicio demandado por la población es el abastecimiento de agua de las localidades ubicadas en el ámbito de estudio, considerando la dotación promedio por persona establecido por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento en zonas rurales de la selva 70 lppd⁶.

CUADRO 15: SERVICIOS DEMANDADOS ZONA RURAL

Nº AÑOS	POBLACION DEMANDANTE	Nº DE VIVIENDAS	DEMANDA	
			LITROS/DIA	m ³ / AÑO
0	5.546	1.180	388.240	141.708
1	5.740	1.221	401.829	146.668
2	5.941	1.264	415.893	151.801
3	6.149	1.308	430.449	157.114
4	6.364	1.354	445.515	162.613
5	6.587	1.402	461.108	168.304
6	6.818	1.451	477.247	174.195
7	7.056	1.501	493.950	180.292
8	7.303	1.554	511.238	186.602
9	7.559	1.608	529.132	193.133
10	7.824	1.665	547.651	199.893

Fuente: Elaboración Propia

Para la zona urbana se estableció la dotación⁷ : 89 lppd con la cual se calculó los servicios demandados por la zona urbana. Que se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 16: SERVICIOS DEMANDADOS ZONA URBANA.

Nº AÑOS	POBLACION DEMANDANTE	Nº DE VIVIENDAS	DEMANDA	
			LITROS/DIA	m ³ / AÑO
0	29.826	6.346	2.402.202	876.804
1	31.466	6.695	2.534.294	925.017
2	32.568	6.929	2.622.994	957.393
3	33.707	7.172	2.714.799	990.902
4	34.887	7.423	2.809.817	1.025.583
5	36.108	7.683	2.908.160	1.061.479
6	37.372	7.952	3.009.946	1.098.630
7	38.680	8.230	3.115.294	1.137.082
8	40.034	8.518	3.224.329	1.176.880
9	41.435	8.816	3.337.181	1.218.071
10	42.885	9.125	3.453.982	1.260.703

Fuente: Elaboración Propia

⁶ Contenidos mínimos de estudios a nivel de perfil de proyectos de saneamiento básico/parámetros básicos en saneamiento /MEF/DGPM/junio 2004

⁷ Calculado a partir de la investigación de campo zona urbana del presente estudio

4.1.8 ANALISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA DEL AGUA PARA CONSUMO DOMÉSTICO.

4.1.8.1 PROYECCIÓN DE LA OFERTA DE AGUA CON Y SIN SISTEMA DE MICRO CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

Antes de proyectar la oferta de agua para consumo humano cabe mencionar que sistema de micro captación de agua de lluvia cuenta con un tanque de almacenamiento de 1000 litros de capacidad, que nos asegura un promedio de 5.6 m³ de agua de lluvia al mes para uso doméstico⁸.

Para la proyección de la oferta sin el sistema de micro captación de agua de lluvia (sin Proyecto), en el ámbito rural (caserío Nueva York), se consideró el caudal de la única fuente de agua cercana (tiempo de acarreo 13 minutos) de donde todos se abastecen cuyo caudal se estimó por método volumétrico:

$$Q = V / T \quad (3)$$

Q = Caudal l / s
V = Volumen en litros
T = Tiempo en segundo

CUADRO 17: OFERTA DE AGUA SIN PROYECTO

Sistema	Lt/seg (1)*	Lt/día (2) =(1)x86400	m3/año (3) =(2)x365/1000
Manantial	0,035	3.020	1.102

Fuente: Elaboración propia

*Un recipiente de 18 litros alcanza su máxima capacidad en 8 minutos 35 segundos

CUADRO 18: PROYECCIÓN DE LA OFERTA DE AGUA SIN PROYECTO Y CON PROYECTO

VARIABLES	HORIZONTE DEL PROYECTO										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Nº de conexiones domestica	1.180	1.221	1.264	1.308	1.354	1.402	1.451	1.501	1.554	1.608	1.665
Volumen Ofertado sin proyecto(m3)	42.142	39.243	40.616	42.038	43.509	45.032	46.608	48.239	49.927	51.675	53.484
Nº de conexiones doméstica que podrían utilizar el sistema de microcaptación	1180,00										
Volumen de agua oferta de la microcaptacion como complemento del servicio de agua potable (m3)	79.296	79.296	79.296	79.296	79.296	79.296	79.296	79.296	79.296	79.296	79.296
Volumen con el sistema de microcaptacion complementario (Volumen ofertado con proyecto m3)	121.438	118.539	119.912	121.334	122.805	124.328	125.904	127.535	129.223	130.971	132.780

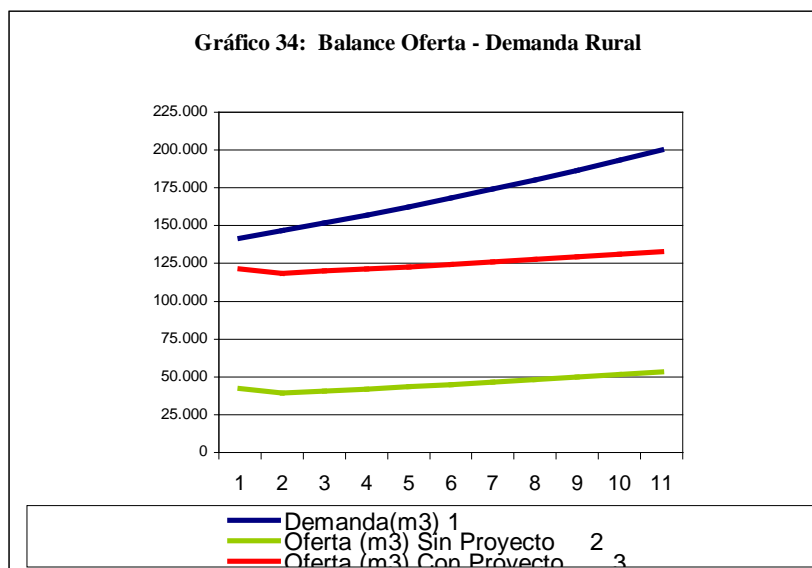
Fuente: Elaboración Propia

⁸ Datos obtenidos de la evaluación del uso doméstico del agua del presente estudio

CUADRO 19: BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA

Año	Demanda(m3) 1	Oferta (m3)		Balance Oferta-Demanda	
		Sin Proyecto 2	Con Proyecto 3	Sin Proyecto 2-1	Con Proyecto 3-1
2004	141.708	42.142	121.438	-99.565	-20.269
2005	146.668	39.243	118.539	-107.425	-28.129
2006	151.801	40.616	119.912	-111.185	-31.889
2007	157.114	42.038	121.334	-115.076	-35.780
2008	162.613	43.509	122.805	-119.104	-39.808
2009	168.304	45.032	124.328	-123.273	-43.977
2010	174.195	46.608	125.904	-127.587	-48.291
2011	180.292	48.239	127.535	-132.053	-52.757
2012	186.602	49.927	129.223	-136.675	-57.379
2013	193.133	51.675	130.971	-141.458	-62.162
2014	199.893	53.484	132.780	-146.409	-67.113

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración propia. 2005

Del balance oferta demanda se infiere que, la oferta en ninguna de las formas planteadas supera la demanda (70 lppd) pero al desarrollar la propuesta de micro captación asciende de 21.1 lppd (situación sin proyecto) a 60.82 lppd, en viviendas donde se instale el sistema de micro capitación de agua de lluvia (Situación con proyecto).

Para la proyección de la oferta en la zona urbana del área de influencia del estudios se consideró la tasa de decrecimiento de

producción unitaria de agua (- 10.03%)⁹ además 57.5% de las viviendas con conexión doméstica son adecuadas para realizar la micro captación (con techo de calamina).

La oferta global esta dada por la oferta sin proyecto (20m³), más la oferta con proyecto (micro captación = 5.6 m³) como se presenta en el siguiente cuadro:

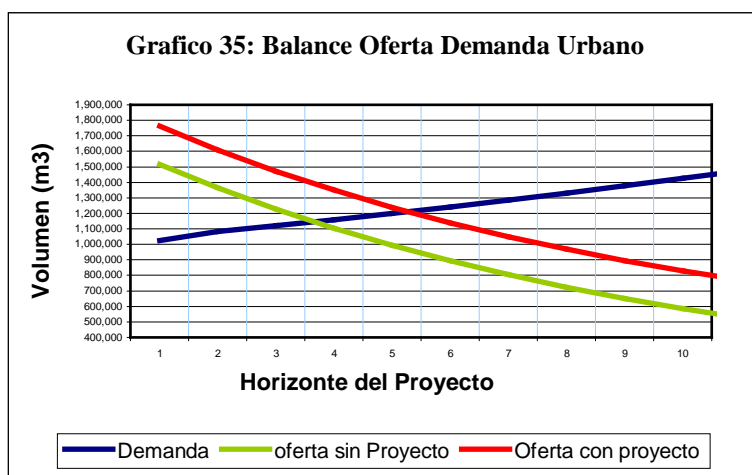
CUADRO 20: PROYECCIÓN DE LA OFERTA DE AGUA SIN PROYECTO Y CON PROYECTO

VARIABLES	HORIZONTE DEL PROYECTO										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Nº de conexiones domestica	6.346	6.695	6.929	7.172	7.423	7.683	7.952	8.230	8.518	8.816	9.125
Volumen Ofertado (m3) conexiones Domestica A	1.516.080	1.364.017	1.227.206	1.104.117	993.374	893.739	804.097	723.446	650.884	585.601	526.865
Nº de conexiones domestica que podrian utilizar el sistema de microcaptacion	3649										
Volumen de agua oferta de la microcaptacion como complemento del servicio de agua potable (m3)	245.011	245.011	245.011	245.011	245.011	245.011	245.011	245.011	245.011	245.011	245.011
Volumen (m3) con el sistema de microcaptacion complementario	1.761.091	1.609.028	1.472.217	1.349.128	1.238.385	1.138.750	1.049.108	968.457	895.896	830.612	771.876

CUADRO 21: BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA

Año	Demanda(m3) 1	Oferta (m3)		Balance Oferta-Demanda	
		Sin Proyecto 2	Con Proyecto 3	Sin Proyecto 2-1	Con Proyecto 3 -1
2004	1.026.159	1.516.080	1.761.091	489.921	734.932
2005	1.082.585	1.364.017	1.609.028	281.432	526.443
2006	1.120.475	1.227.206	1.472.217	106.731	351.742
2007	1.159.692	1.104.117	1.349.128	-55.574	189.437
2008	1.200.281	993.374	1.238.385	-206.907	38.105
2009	1.242.291	893.739	1.138.750	-348.552	-103.541
2010	1.285.771	804.097	1.049.108	-481.674	-236.663
2011	1.330.773	723.446	968.457	-607.327	-362.316
2012	1.377.350	650.884	895.896	-726.466	-481.454
2013	1.425.557	585.601	830.612	-839.957	-594.945
2014	1.475.452	526.865	771.876	-948.587	-703.576

Fuente;Elaboración Propia



⁹ Valor estimado por la EPS Moyobamba, Proyecto Implementación de un esquema de Pago por Servicios Ambientales, 2005

Fuente: Elaboración propia. 2005

Del balance oferta demanda se infiere que, la oferta esta decreciendo el cruce oferta demanda implica que de ahí en adelante la oferta sin proyecto no satisfacerá la demanda iniciada el año 4 (2007), mientras que la oferta con proyecto llega a bordear el año 6 (2009) a partir del cual Moyobamba se encontrará en un serio problema de déficit de agua para consumo humano.

4.2 APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MICRO CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA PARA USO DOMÉSTICO.

4.2.1 SELECCIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE MICRO CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA.

1. Selección: Para realizar la selección del sistema de micro captación se tomó en cuenta las características del diseño de la vivienda como son:

- Infraestructura de una sola planta.
- Cobertura liviana (techo de calamina)
- Canaletas de calamina plana.
- Altura del techo y la canaleta.
- Distribución de ambientes.

Basado en lo anterior se seleccionó el sistema de captación de agua de lluvia en techos.

2. Diseño: con respecto al diseño tenemos lo siguiente:

a.- Bases del Diseño: Antes de empezar con el diseño del sistema de micro captación de agua de lluvia en techo, se tomo en cuenta los siguientes aspectos:

- **Precipitación en la zona:** La bibliografía recomienda que los datos a utilizar pueden ser de por lo menos los últimos 10 años e idealmente de los 15 años. Pero en este caso se tomo en cuenta datos pluviométricos de los últimos 53 años desde 1950 al 2003. del cual podemos obtener la cantidad y distribución de la lluvia en el año.

- **El tipo de material del que esta construida la superficie de captación:** La cobertura del techo es de calamina. Esto representa una ventaja ya que necesita pocos cuidados y forma parte de la infraestructura propiamente dicha de la vivienda.
- **El número de personas beneficiadas:** Es de 5 personas en la familia. Que es el promedio de integrantes por familia de la Región San Martín según el censo de población y vivienda 1993.
- **La demanda o necesidades de agua de la familia:** Para obtener la demanda de agua en la familia se tomo como base el consumo mensual registrada en el recibo de agua emitido por la Entidad Prestadora de Servicio (EPS).

b.- Criterios de Diseño: Para el cálculo del volumen se toma como base los datos de precipitación de los últimos 53 años, mediante este cálculo se determinó la cantidad de agua que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de superficie de techo y a partir de ella determinar el área del techo necesaria y la capacidad de tanque de almacenamiento.

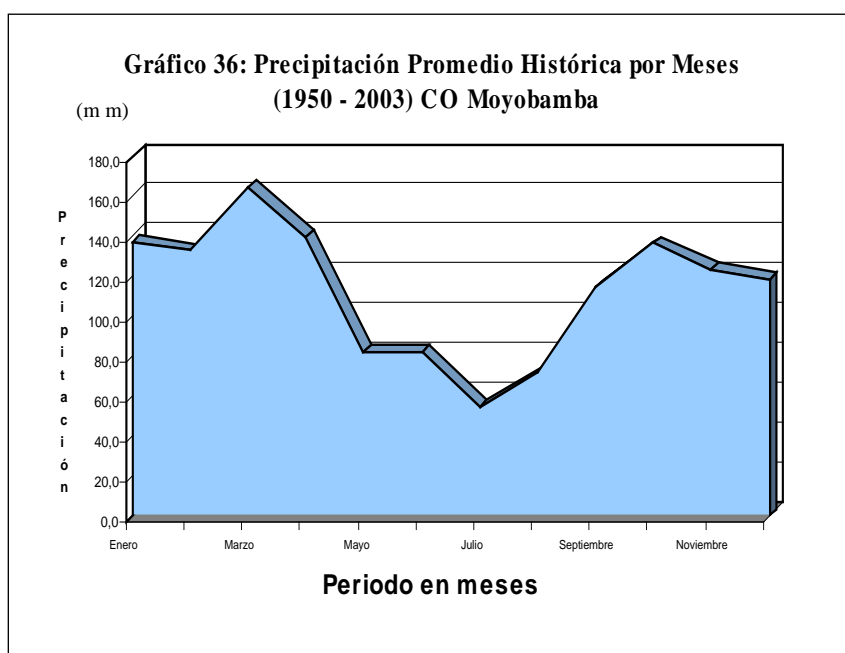
Como datos complementarios para el diseño utilizamos el número de usuarios o integrantes de familia, el coeficiente de escorrentía (calamina metálica = 0.9) y la demanda de agua.

- **Determinación de la Precipitación promedio mensual:** a partir de los datos promedios mensuales de precipitación de los últimos 53 años (SENAMHI 1950 – 2003), se obtuvo el valor promedio mensual del total de años evaluados, el valor que es expresado en mm de precipitación por mes. valor que se expresa en términos de litros por metros cuadrados y por mes, y que es capaz de colectarse en la superficie horizontal del techo.

CUADRO N° 21: PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL EN MOYOBAMBA PERIODO 1950-2003.

Meses	Precipitación Promedio Mensual(mm)
Enero	136.5
Febrero	132.4
Marzo	164.3
Abril	139.2
Mayo	81.4
Junio	81.7
Julio	54.8
Agosto	71.4
Setiembre	113.9
Octubre	136.2
Noviembre	122.7
Diciembre	117.8

Fuente: SENAMHI 2003.



Fuente: Elaboración propia. 2005

- **Determinación de la Demanda:** Se realizó a partir de datos de consumo registrados por la Entidad Prestadora de Servicios (EPS) Moyobamba en el año 2003 expresadas en m^3 . La demanda es la cantidad de agua que se necesita para atender las necesidades de la familia beneficiada en cada uno de los meses del año.

CUADRO N° 22: DEMANDA MENSUAL POR FAMILIA DE CINCO INTEGRANTES (m³).

MES	Nº Días del mes	Demanda Total Mensual 2003		Demanda Diaria por Persona
		m ³	Lt	lppd
Enero	31	17	17000	109,68
Febrero	28	12	12000	85,71
Marzo	31	12	12000	77,42
Abril	30	12	12000	80,00
Mayo	31	12	12000	77,42
Junio	30	11	11000	73,33
Julio	31	12	12000	77,42
Agosto	31	15	15000	96,77
Septiembre	30	8	8000	53,33
Octubre	31	12	12000	77,42
Noviembre	30	12	12000	80,00
Diciembre	31	12	12000	77,42
Total Anual		147	147000	
Consumo Promedio Mensual		12,25	12250	80.49

Fuente: Elaboración Propia / Recibos Consumo Agua EPS Moyobamba.

- **Determinación del Volumen del Tanque de Almacenamiento:** Teniendo en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados, el material del techo, y el coeficiente de escorrentía; determinamos la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo y por mes de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$A_i = \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000} \quad (4)$$

Donde:

P_{pi}: Precipitación promedio mensual (litros/m²)

C_e: Coeficiente escorrentía

A_c: Área de captación (m²)

A_i: Abastecimiento correspondiente al mes “i” (m³)

Teniendo como base los valores obtenidos en la determinación de la demanda mensual de agua y oferta mensual de agua de lluvia se procedió a calcular el acumulado de cada uno de

ellos, mes a mes, encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua. A continuación se procedió a calcular la diferencia de los valores acumulados de cada uno de los meses de la oferta y demanda respectivamente como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 23: CANTIDAD DE AGUA CAPTADA POR MES EN UN ÁREA DE 142,54 m².

MES	Ppi (lt/m ²)	Ce	Ac (m ²)	Ai (m ³)
Enero	136,5	0,9	142,54	17,51
Febrero	132,4	0,9	142,54	16,99
Marzo	164,3	0,9	142,54	21,08
Abril	139,2	0,9	142,54	17,86
Mayo	84,1	0,9	142,54	10,79
Junio	81,7	0,9	142,54	10,48
Julio	54,8	0,9	142,54	7,03
Agosto	71,4	0,9	142,54	9,16
Septiembre	113,9	0,9	142,54	14,61
Octubre	136,2	0,9	142,54	17,47
Noviembre	122,7	0,9	142,54	15,74
Diciembre	117,8	0,9	142,54	15,11

142,54 m² (área del techo o área de captación)

Fuente: Elaboración Propia 2005

CUADRO N° 24: CANTIDAD DE AGUA DE LLUVIA CAPTADA EN UN ÁREA DE 142,54 m². DE TECHO Vs DEMANDA DE AGUA POR VIVIENDA

Mes	Ppi (lt/m ²)	Oferta (m ³)		Demanda (m ³)		Diferencia acumulativa (m3)
		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
Marzo	164,3	21,077	21,08	12	12	9,08
Abril	139,2	17,857	38,93	12	24	14,93
Mayo	84,1	10,789	49,72	12	36	13,72
Junio	81,7	10,481	60,20	11	47	13,20
Julio	54,8	7,030	67,23	12	59	8,23
Agosto	71,4	9,160	76,39	15	74	2,39
Septiembre	113,9	14,612	91,01	8	82	9,01
Octubre	136,2	17,473	108,48	12	94	14,48
Noviembre	122,7	15,741	124,22	12	106	18,22
Diciembre	117,8	15,112	139,33	12	118	21,33
Enero	136,5	17,511	156,84	17	135	21,84
Febrero	132,4	16,985	173,83	12	147	26,83

Fuente: Elaboración Propia 2005

En el cuadro adjunto, se puede apreciar los resultados de los cálculos efectuados y se sintetizan como sigue:

CUADRO N° 25: DIFERENCIAS ACUMULATIVAS

área del Techo (m ²)	Diferencias acumulativas (m ³)	
	Máximo valor	Mínimo Valor
	Volumen de almacenamiento m ³	volumen de reserva m ³
142,54	26,83	2,39

Fuente: Elaboración Propia 2005

Para aprovechar al máximo el agua captada por un techo de 142,54 m² el tanque de almacenamiento debe ser de 24,44m³ (26,83 - 2,39), esto garantizaría según la precipitación de la zona de estudio el abastecimiento continuo en la vivienda.

- 3. Instalación del sistema de micro captación:** El sistema de captación de agua pluvial en techos (SCAPT), esta compuesto por los siguientes elementos:

a.- Captación:

Conformada por el techo de la edificación, el mismo que tiene la superficie de 142.54 m², con una pendiente moderada para que facilite el escurriendo del agua de lluvia hacia el sistema de recolección. Como se muestra en la fotografía 02.

b.- Recolección y Conducción:

Este componente es una parte esencial del sistema de captación de agua pluvial en techos ya que conduce el agua recolectada del área de captación (techo) directamente hasta el tanque de almacenamiento. Esta conformado por las canaletas que estas adosada en los bordes más bajos del techo en donde el agua de lluvia sigue su curso antes de caer al suelo. (Fotografía N° 3A, 3B).

c.- Tanque de almacenamiento:

Destinada a almacenar el volúmen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con el sistema, considerando que la unidad de almacenamiento debe ser duradera se acondicionó un tanque de 1000 L. Acondiciona con un filtro que permite eliminar partículas suspendidas mediante un cartucho filtrante (fotografía N° 04), de 50 micras y recubierta internamente con una capa antibacteriana. (Fotografía N° 05; fotografía N° 06).

Para la distribución del agua almacenada se habilitó una conexión hacia la red intra domiciliaria de abastecimiento de agua potable regulada mediante dos válvulas compuerta, una que impide el ingreso de agua proveniente de la red pública y otra que permite el ingreso del agua del tanque a la red de distribución, por gravedad. La altura del tanque era una limitante no se obtuvo la suficiente presión en la salida del agua, en 3 oportunidades se observó que se interrumpía el abastecimiento de agua a pesar que el tanque estaba lleno, haciéndose necesario purgar (liberar el aire) la tubería. Esto nos motivo a tomar la decisión de instalar un sistema independiente de abastecimiento de agua lluvia. Para la línea de conducción se utilizó además tubos de $\frac{3}{4}$ pulgadas de diámetro y una reducción de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro antes del punto de salida de agua (válvula de salida) lo que incrementó, la presión y solucionó la interrupción del abastecimiento de agua.

El tanque se ubicó a una altura de 1.20 metros sobre el nivel del suelo; conectada mediante tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro, por donde ingresa el agua procedente de la canaleta, cuenta además con una tubería de reboce de 4 pulgadas de diámetro. El tanque se instaló y se recogió la información para la evaluación económica y de hábitos de consumo.

El tanque entro en funcionamiento desde el 15 de mayo del 2004 hasta diciembre del 2004.

4.2.2 ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DE LLUVIA.

El análisis de agua de lluvia en esta etapa, nos dará a conocer la calidad que esta posee, englobando dentro de éstos los parámetros físico-químicos, siempre que se encuentren dentro de los límites máximos permisibles. Los parámetros microbiológicos también son propios del agua de lluvia, que esta dada por la presencia de bacterias, virus, microorganismos patógenos cuya ausencia en el agua determina su inocuidad.

4.2.2.1 TOMA DE MUESTRAS.

Para el presente estudio se tomo muestras de agua de lluvia, captada a través de la canaleta y recepcionada en un tanque de capacidad de 1000 L. El punto de muestreo esta en el dispositivo de salida (pileta) del agua de lluvia para el consumo doméstico. Las tomas de muestras se realizaron cada 45 días.

Cada muestra de agua de lluvia era de 1000 ml recolectado en un envase de Vidrio esterilizado, los cuales finalmente fueron llevadas al laboratorio (Centro de Análisis e Investigación Microlab S.A.C.), para su respectivo análisis.

a.- Análisis físico-químico.

La caracterización físico-química desarrollada en el estudio consideran los siguientes parámetros: Color; Turbiedad; PH; Sólidos Disueltos Totales; Conductividad; Nitratos; Sulfatos; Cloruros; Cobre; Dureza Total; Hierro; Magnesio; Aluminio; siendo estos parámetros de análisis recomendados por la superintendencia nacional de servicios de saneamiento (SUNASS).

En el cuadro siguiente se muestra algunos parámetros importantes y sus límites máximos permisibles.

CUADRO 26: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (L.P.M) EN CUANTO A PARÁMETROS FÍSICOS- QUÍMICOS DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

PARÁMETROS	L.M.P
Temperatura	-
Ph	6.5 – 8.5
Turbiedad	5 UNT
Color	15 UC
Olor	Aceptable
Sabor	Aceptable
Conductividad	-
Sulfatos	400 mg/l
Nitratos	50 mg/l
Dureza Total	500 mg/l
Magnesio	30-150 mg/l
Sólidos totales	1000 mg/l
Oxidabilidad	5 mg/l
Hierro	0.3 mg/l
Manganeso	0.5 mg/l
Aluminio	0.2 mg/l

Fuente: SUNASS 1999.

b.- Análisis microbiológico

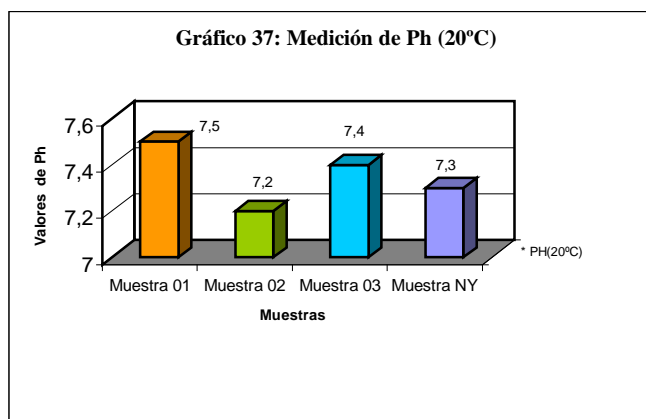
En el presente estudio se determinó Bacterias aeróbicas Viables, Coliformes totales y Coliformes fecales. El análisis microbiológico de las muestras se realizó usando métodos del Recuento en placa (UFC/ml) y el número más probable (NMP/100ml) esto para la identificación y determinación de los Coliformes Totales y Coliformes fecales. Según la SUNASS estos microorganismos deben estar ausentes en el agua.

4.2.2.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DE LLUVIA.

a.- Resultados físico-químicos y microbiológicos Entre los parámetros analizados tenemos:

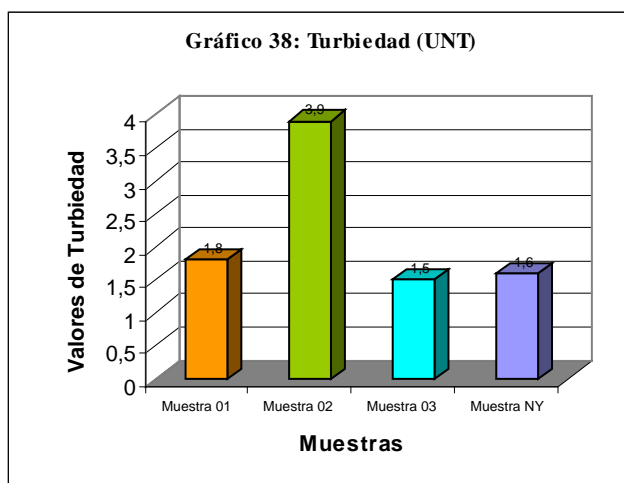
- **Ph:** El Ph óptimo de las aguas para consumo humano debe estar dentro de los rangos de 6,5 y 8,5 (neutro y ligeramente alcalina), siendo hasta el máximo aceptable 9. Las aguas

que están con Ph menor a 6,5 son corrosivas, por contener anhídrido carbónico, ácidos o sales ácidas que tienen en disolución. Los resultados obtenidos del análisis de agua de lluvia están entre 7,5; 7,2; 7,4 a 20°C y 7,4 a 20°C en la zona rural, lo que indica que se encuentra dentro del rango de 6,5 y 8,5 estando dentro de los límites máximos permisibles. Y siendo El valor normal del pH para el agua de consumo de 7,6



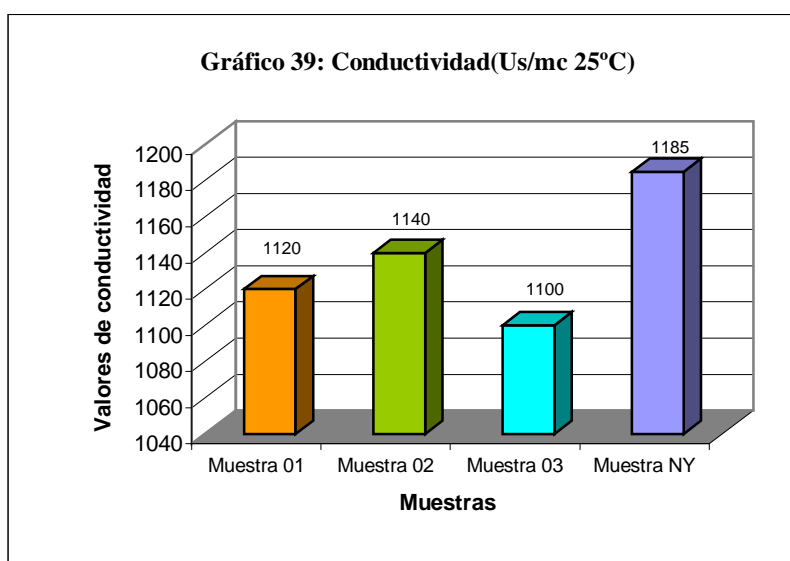
Fuente: Elaboración propia. 2005

- **Turbiedad:** Es la medida de la no transparencia del agua, debido esto a la presencia de materia orgánica suspendida. Se mide en UNT. EL Límite Máximo Permissible de la turbiedad deberá ser inferior a 5 NTU. Los resultados obtenidos en las muestras nos dan resultados de 1,8 UNT, 1,5 UNT, 3,9 UNT y 1,6 UNT en la zona rural; estando dentro de los límites máximos permisibles.



Fuente: Elaboración propia. 2005

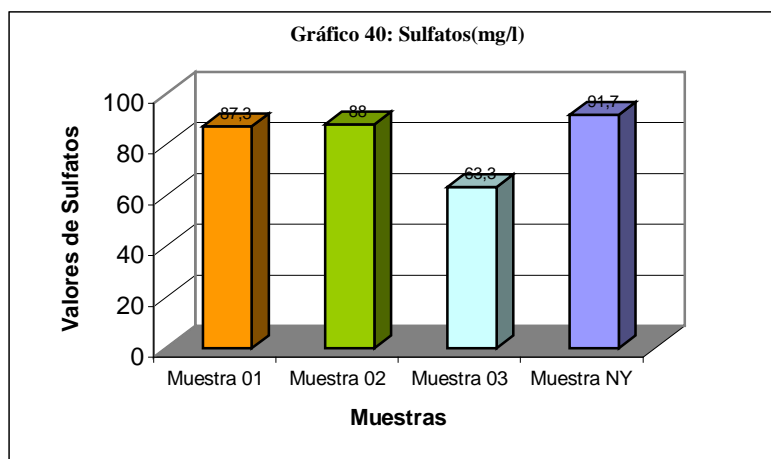
- **Color:** esta determinado por la presencia de metales, material suspendido, sustancias orgánicas disueltas, humus, etc. En este caso los resultados obtenidos nos revelan que el agua es incolora.
- **Conductividad:** Es la medida de la corriente eléctrica en el agua debida a las sustancias ionizadas, generalmente debido a los sólidos disueltos. El límite máximo permisible que se considera es de 1500 uS/cm. Los resultados obtenidos de las muestras son como siguen: 1120 uS/cm.; 1140 uS/cm., 1100 uS/cm. esto a 25°C y 1185uS/cm. a 25°C de la muestra tomada en la zona rural. estando dentro de los límites máximos permisibles.



Fuente: Elaboración propia. 2005

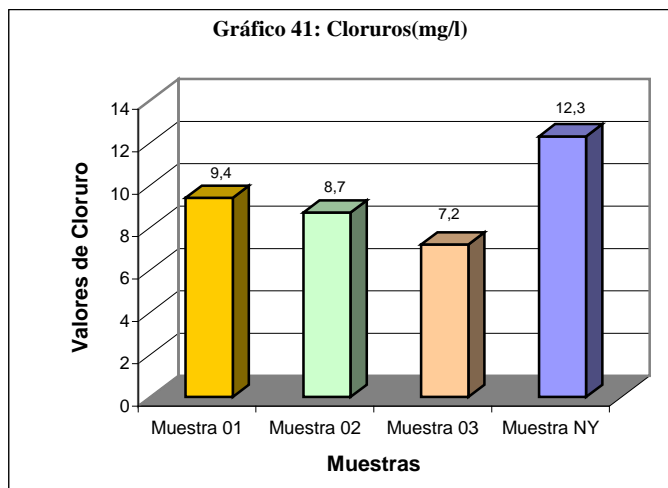
- **Sulfatos:** Los sulfatos se encuentran en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentraciones. Los estándares para agua potable de la SUNASS tienen un límite máximo de 400 mg/l de sulfatos, ya que a Valores superiores tiene una acción "purgante". Causando diarrea y deshidratación. Los sulfatos es uno de los aniones menos tóxicos. Los resultados obtenidos de las muestras nos indican lo siguientes: 87,3 mg/l; 86,8 mg/l, 63,3 mg/l y 91.7 mg/l. en la

zona rural, estando dentro de los límites máximos permisibles.



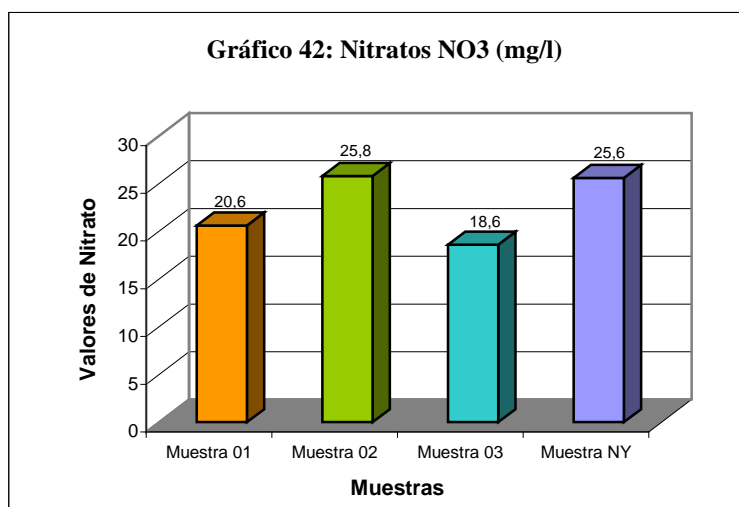
Fuente: Elaboración propia. 2005

▪ **Cloruros:** Tiene como valor máximo permisible 250 mg/l. se tiene conocimiento que todas las aguas contienen cloruros. Las cantidades excesivas puede indicar un alto índice de contaminación ya que los materiales residuales tienen cantidades de estas sales. Los cloruros son inocuos de por si, pero en cantidades altas tienen un sabor desagradable. Los resultados demuestran que los datos obtenidos están dentro de límites máximos permisibles siendo estos 9,4mg/l; 8,7mg/l; y 7,2mg/l, observando en esta última toma de muestra un notorio descenso debido esto, a que el agua captada y almacenada fue tratada para su respectivo consumo. Y 12,3 mg/l resultado obtenido de la muestra de la zona rural.



Fuente: Elaboración propia. 2005

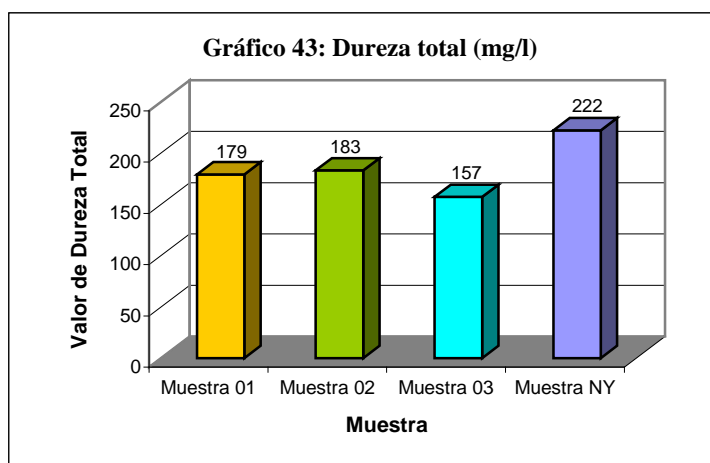
- **Nitratos:** Los nitratos indican la contaminación por descarga doméstica, desechos de animales y químicos (abonos). Siendo el límite máximo permisible 50 mg/l. los resultado obtenidos en el análisis respectivo nos revelan resultados de 20,6 mg/l; 25,8 mg/l; 18,6mg/l, no excediendo los límites máximos permisibles, cumpliendo con las normas.



Fuente: Elaboración propia. 2005

- **Dureza Total:** El agua dura es aquella que presenta contados altos de magnesio y calcio, lo que hace que el pH tenga valores altos, sobrepasando por lo general valores de 8 unidades. Siendo el limite máximo permisible 500 mg/l. Siendo los resultados obtenidos 179 mg/l; 183 mg/l; 157 mg/l y 222 mg/l, esto de la muestra de la zona rural.

Con respecto a los análisis realizados se tuvo en cuenta el análisis del magnesio, lo cual no fue posible detectarlo y por el nivel de pH que se observa en el resultado obtenido; se puede decir que el agua presenta una dureza aceptable y que los resultados obtenidos no exceden los límites máximos permisibles. Cumpliendo con la norma.



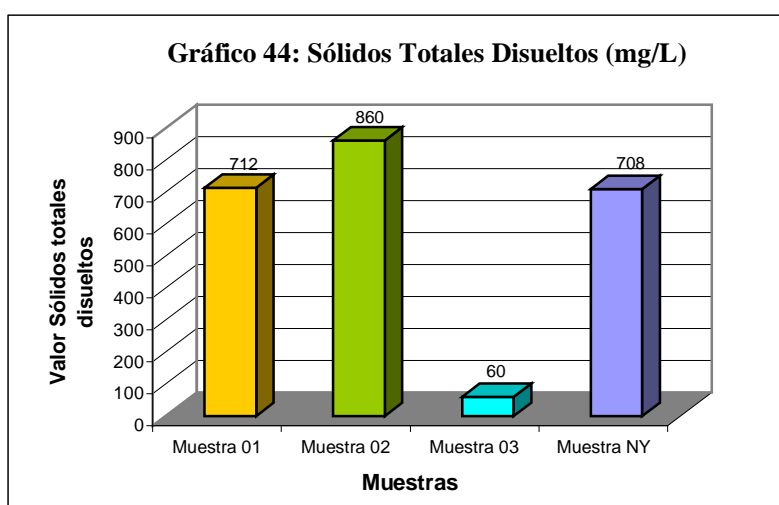
Fuente: Elaboración propia. 2005

▪ **Magnesio:** Es muy abundante en la naturaleza, y se halla en cantidades importantes en muchos minerales. El magnesio es químicamente muy activo, desplaza al hidrógeno del agua en ebullición y un gran número de metales se puede preparar por reducción térmica de sus sales y óxidos con Magnesio. Se combina con la mayor parte de los no metales y prácticamente con todos los ácidos.

Los iones magnesio disueltos en el agua forman depósitos en tuberías y calderas cuando el agua es dura, es decir, cuando contiene demasiado magnesio calcio. En este caso, el magnesio no fue detectado, por que se encontró en mínimas cantidades.

▪ **Sólidos Totales:** Los sólidos totales es la suma general de todas las sales minerales disueltas en el agua, y que si es mucho, puede resultar en gusto objetable (desagradable), interfiriendo con el sabor de los

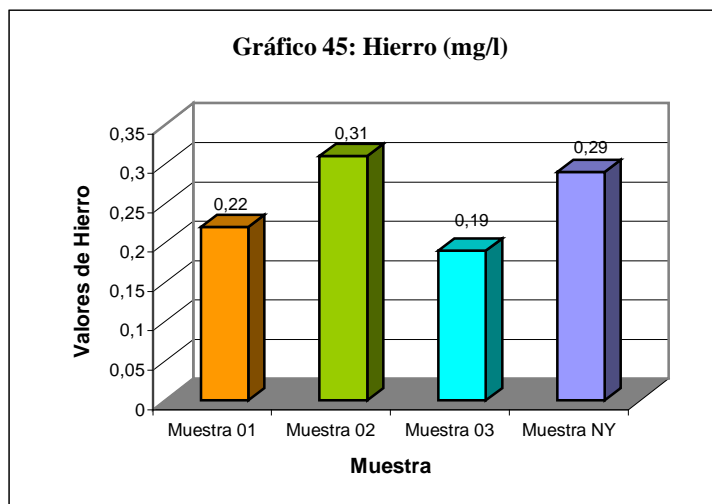
alimentos y bebidas. De manera general, cuanto menor es los sólidos totales, más aceptable es el agua potable. Un nivel de sólidos totales mayor que 1000 mg/l es inaceptable para agua potable. Los resultados obtenidos de la muestra de agua de lluvia son como siguen: 712mg/l; 860 mg/l; 602 mg/l; y 708 mg/l, (resultado de la muestra de agua tomada de la zona rural). Mostrándonos estos resultados que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.



Fuente: Elaboración propia. 2005

▪ **Hierro:** En concentraciones aceptables contribuye al bienestar humano, pero en concentraciones elevadas genera manchas en los sanitarios, formándose sedimentos de color marrón – naranja. La presencia de hierro es un problema de calidad del agua muy común, especialmente en aguas de pozos profundos. El agua al contener pequeñas cantidades de hierro, puede parecer clara cuando es extraída, pero podrá rápidamente tornarse roja, después de su exposición al aire. Este proceso es denominado oxidación, y envuelve la conversión de hierro disuelto (ferroso), que es altamente soluble, en hierro precipitado (férrico), que es muy insoluble. La coloración en general se transforma en un problema

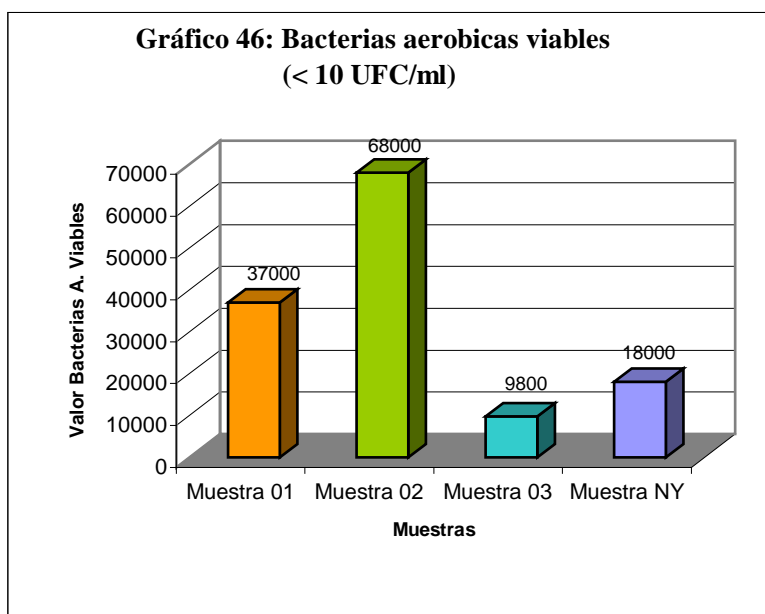
cuando la concentración es mayor que 0,3 mg/l. Los resultados obtenidos en las muestras nos dan: 0,22mg/l; 0,31mg/l; 0,19mg/l. y 0,29 mg/l (zona rural), lo que nos indican que se encuentran dentro de los parámetros normales.



Fuente: Elaboración propia. 2005

▪ **Aluminio:** En concentraciones elevadas puede producir la aparición de lesiones cerebrales. Su límite máximo permisible es de 0.2 mg/l. En este caso no fue posible su detección en las muestras.

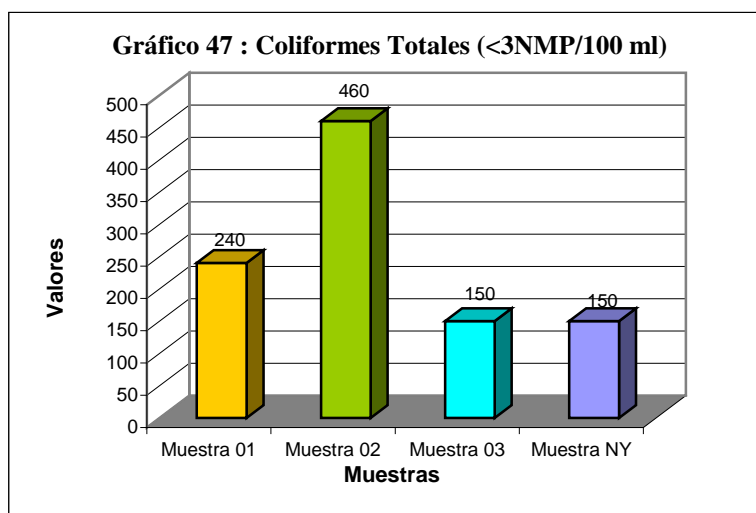
▪ **Bacterias Aeróbicas Viables:**



Fuente: Elaboración propia. 2005

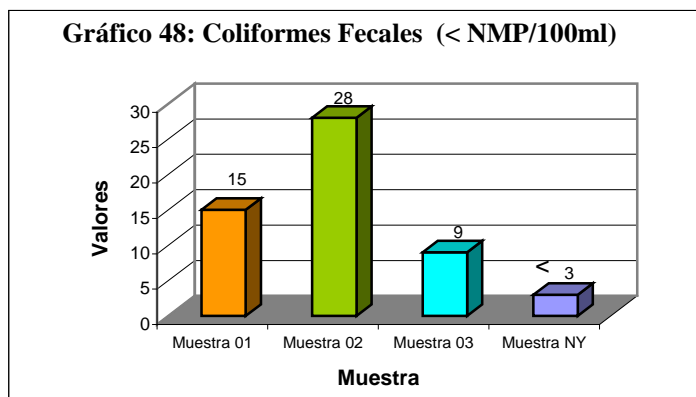
▪ **Coliformes:** Los coliformes Son bacterias en forma de bacilos (cilindros) que están ampliamente distribuidas en la naturaleza y son huéspedes intestinales en el hombre y en general de los animales de sangre caliente. Muchas enfermedades infecciosas del hombre como la fiebre tifoidea, la disentería y el cólera son causadas por bacterias patógenas que se transmiten por medio de aguas contaminadas, de ahí la importancia de los coliformes totales y fecales como indicadores inmediatos de contaminación fecal en el agua. Una muestra de agua que no contenga coliformes totales y fecales es considerada libre de enfermedades producidas por bacterias e inclusive por otros gérmenes patógenos, como por ejemplo los virus (hepatitis a, rotavirus, etc.).

▪ **Coliformes Totales:** Generalmente de la familia de bacterias de los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*. La mayoría de estos organismos se encuentran en vida libre es decir en el medio ambiente y materia en descomposición, excepto el género *Escherichia* que vive solo en organismos como el hombre y animales de sangre caliente.



Fuente: Elaboración propia. 2005

- **Coliformes Fecales:** Con este término se designan principalmente a los órdenes de bacterias escherichia y klebsiella spp. Las bacterias de ésta familias son indicadoras por excelencia de contaminación fecal del agua por heces de origen humano principalmente.



Fuente: Elaboración propia. 2005

4.3 ANÁLISIS DE COSTO /BENEFICIO DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MICRO CAPTACIÓN PARA APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA

a.- Actividades asociadas al Proyecto

Por su naturaleza se identifica 02 fases del Proyecto; la Fase de inversión: donde se desarrolla la etapa de ejecución de la infraestructura y la Fase post inversión con una etapa de operación y mantenimiento en un horizonte de 10 años.

Cabe mencionar que la fase de Pre Inversión no se tomará en cuenta para efectos del presente estudio. La fase de inversión incorpora actividades necesarias para generar la capacidad física para ofrecer el servicio de micro captación de agua de lluvia y finaliza con la “Puesta en marcha” del proyecto (periodo 03 días para la instalación del Micro captador de agua de lluvia).

La fase de post inversión incluye actividades que vinculan la operación y mantenimiento en el horizonte del proyecto.

CUADRO 27: ACTIVIDADES DEL PROYECTO

ACTIVIDADES	CANTIDAD	UNIDAD
FASE INVERSION	3	días
Ejecución de la infraestructura	3	días
FASE POST INVERSION	10	años
Operación y Mantenimiento	10	años

Fuente: Elaboración Propia, 2005

b.- Costos del Proyecto

Los costos de inversión están dados por:

- Costo de materiales y equipos requeridos
- Costo de mano de obra.
- Costo por servicio requerido

CUADRO 28: MATERIALES Y EQUIPOS REQUERIDOS POR CONEXIÓN DOMICILIARIA

Descripción del Requerimiento	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario		Costo Total	
			Sin Impuesto	Con Impuesto	Sin Impuesto	Con Impuesto
Materiales					807,98	961,50
Tanque de 1100 lt Fibra de vidrio	unidad	1	336,13	400,00	336,13	400,00
Canaleta de Calamina Plana	metros	15	21,01	25,00	315,13	375,00
Adaptador PVC de Ø 3/4"	unidad	6	0,42	0,50	2,52	3,00
Adaptador PVC de Ø 1/2"	unidad	2	0,42	0,50	0,84	1,00
Codo PVC Ø 1/2"	unidad	3	0,42	0,50	1,26	1,50
Codo PVC Ø 3/4"	unidad	4	0,84	1,00	3,36	4,00
Codo PVC Ø 4"	unidad	3	3,36	4,00	10,08	12,00
Codo PVC Ø 2"	unidad	1	0,84	1,00	0,84	1,00
Reducción PVC Ø 3/4" a 1/2"	unidad	2	0,84	1,00	1,68	2,00
Lave compuerta PVC Ø 3/4"	unidad	1	0,42	0,50	0,42	0,50
Lave de paso de Metal Ø 1/2"	unidad	2	7,56	9,00	15,13	18,00
Lave piletta de Metal Ø 1/2"	unidad	1	4,20	5,00	4,20	5,00
Union PVC Ø 1/2"	unidad	1	0,42	0,50	0,42	0,50
Tubo PVC Ø 1/2"	unidad	1	13,45	16,00	13,45	16,00
Tubo PVC Ø 4"	unidad	3	7,56	9,00	22,69	27,00
Tubo PVC Ø 3/4"	unidad	1	4,20	5,00	4,20	5,00
"T" PVC	unidad	1	0,84	1,00	0,84	1,00
Niple PVC Ø 1/2"	unidad	1	0,42	0,50	0,42	0,50
Tampon PVC Ø 2"	unidad	1	0,84	1,00	0,84	1,00
Cinta teflon	unidad	2	0,84	1,00	1,68	2,00
Pegamento PVC	unidad	1	2,10	2,50	2,10	2,50
Moldimix	unidad	1	4,20	5,00	4,20	5,00
Silicona	unidad	1	6,72	8,00	6,72	8,00
Ladrillos	unidad	100	0,34	0,40	33,61	40,00
Tablas de madera (2,5 m * 0,25 m)	unidad	3	8,40	10,00	25,21	30,00

Fuente: Elaboración Propia, 2005

CUADRO 29: MANO DE OBRA Y SERVICIOS DEMANDADOS

Descripción del Requerimiento	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario		Costo Total	
			Sin Impuesto	Con Impuesto	Sin Impuesto	Con Impuesto
Mano de obra zona urbana					107,65	120,24
Ayudante	h/h	24	1,68	1,88	40,39	45,12
Maestro obra	h/h	24	2,80	3,13	67,25	75,12
Mano de obra zona rural					143,53	160,32
Ayudante	h/h	32	1,68	1,88	53,86	60,16
Maestro obra	h/h	32	2,80	3,13	89,67	100,16
Servicios zona rural						40,00
Transporte	flete	2	16,81	20,00	16,81	40,00

Fuente: Elaboración Propia, 2005

En lo que se refiere a servicios se considera en la zona rural el flete por transporte de materiales y equipos.

Los Costos de Operación y Mantenimiento, son los costos en que se incurrirá para asegurar el normal funcionamiento del sistema de micro captación de agua de lluvia.

CUADRO 30: COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO POR AÑO

DESCRIPCION	COSTOS (S./.)	
	Mes	Año
1.- Operación		45,00
Insumos	0,00	0,00
Materiales	0,00	0,00
Personal	3,75	45,00
2.- Mantenimiento		40,00
Personal	2,08	25,00
Materiales	1,25	15,00
Insumos	0,00	0,00
TOTAL ANUAL S/.		85,00

Fuente: Elaboración Propia, 2005

CUADRO 31: COSTOS TOTALES DE INVERSIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

CONCEPTO	MONTO (S./.)	
	ZONA	
	URBANA	RURAL
MATERIALES Y EQUIPOS	961,50	961,50
MANO DE OBRA	120,24	160,32
COSTOS DE INVERSIÓN (S./.)	1.081,7	1.121,8
OPERACIÓN	45,00	45,00
MANTENIMIENTO	40,00	40,00
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (Soles/año)	85,00	85,00

Fuente: Elaboración Propia, 2005

c.- Flujo de Costos en el Horizonte del Proyecto

Este flujo organiza los costos efectuados, considerando el momento que estas efectivamente se realizan.

CUADRO 32: FLUJO DE COSTO EN EL HORIZONTE DEL PROYECTO ZONA URBANA

CONCEPTO	HORIZONTE DEL PROYECTO EN AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MATERIALES Y EQUIPOS	961,50										
MANO DE OBRA	120,24										
OPERACIÓN		45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
MANTENIMIENTO		40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
COSTOS TOTALES ANUALES (S/.)	1.081,74	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00

Fuente: Elaboración Propia, 2005

CUADRO 33: FLUJO DE COSTO EN EL HORIZONTE DEL PROYECTO ZONA RURAL

CONCEPTO	HORIZONTE DEL PROYECTO EN AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MATERIALES Y EQUIPOS	961,50										
MANO DE OBRA	160,32										
SERVICIOS	40,00										
OPERACIÓN		45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
MANTENIMIENTO		40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
COSTOS TOTALES ANUALES (S/.)	1.161,82	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00

Fuente: Elaboración Propia, 2005

d.- Cuantificación de los beneficios Económicos de los nuevos usuarios

Para cuantificar los beneficios económicos se estima el costo alternativo de provisión de agua obtenida por las familias demandantes del proyecto que se abastecen consumiendo agua de pozos artesanos, manantiales y quebradas lo que no garantiza la calidad del agua para consumo humano, esto para el caso de la zona rural y del consumo efectuado por los pobladores del servicio de agua potable ofrecido por la EPS – Moyobamba, en el caso de la zona urbana.

De acuerdo a los datos de campo generados anteriormente, las poblaciones rurales consumen un promedio de **2.979 m³ /vivienda / mes** de agua. En cambio la población urbana consume un promedio de **13.547 m³ /vivienda / mes** de agua.

En la **el ámbito rural de la zona de influencia de la investigación**, con el fin de valorizar el tiempo de acarreo en la zona rural se tomó en cuenta la Directiva N° 001-2001 –EF-68.01 de la ODI del MEF que establece lo siguiente:

CUADRO 34: VALOR DEL TIEMPO (soles/hora)

Propósito Laboral		Propósito No Laboral Área Urbana		Propósito No Laboral Área Rural	
AREA URBANA	AREA RURAL	ADULTOS	MENORES	ADULTOS	MENORES
4.96	3.32	1.49	0.74	1.00	0.50

Fuente: Directiva N° 001-2001 –EF-68.01 de la ODI del MEF

Para nuestro caso la valorización del tiempo del acarreo (propósito no laboral) en la zona rural se considera lo siguiente: El acarreo de agua lo realizan generalmente la madre de familia y su menor hijo; realizan 3 y 2 viajes por día respectivamente

- Cada viaje de ida y vuelta demora 13 minutos.
- En cada viaje transportan en promedio 19.86 litros de agua.

• **Cálculo del valor acarreo por día:**

Teniendo en cuenta el cuadro 34: valor del tiempo (soles/hora) se realizó el siguiente cálculo que se resume en el siguiente cuadro:

CUADRO 35: CÁLCULO DEL VALOR DEL TIEMPO DEDICADO AL ACARREO POR DÍA ZONA RURAL.

Persona que acarea	Tiempo de acarreo	Nº de viajes /día	tiempo total acarreo (horas)	Valor del tiempo por hora (S/.)	Valor del tiempo de acarreo (S./día)
	(1)	(2)	(3)=(1)*(2)/60	(4)	(5)=(3)*(4)
Madre	13	3	0,65	1,00	0,65
Hijo	13	2	0,43	0,50	0,22
Total					0,87

Fuente: Elaboración Propia, 2005

- El valor del tiempo de acarreo por mes es: (S/ 0.87 x 30días) S/. 26.1
- La cantidad acarreada es de 99.3 litros/ día (5 viajes acarreado 19.86 litros por viaje)
- La cantidad acarreada al mes es de 2,979 litros (99.3 litros x 30), lo cual equivale a 2.979 m³
- El valor del tiempo de acarreo de cada m³ de agua es:

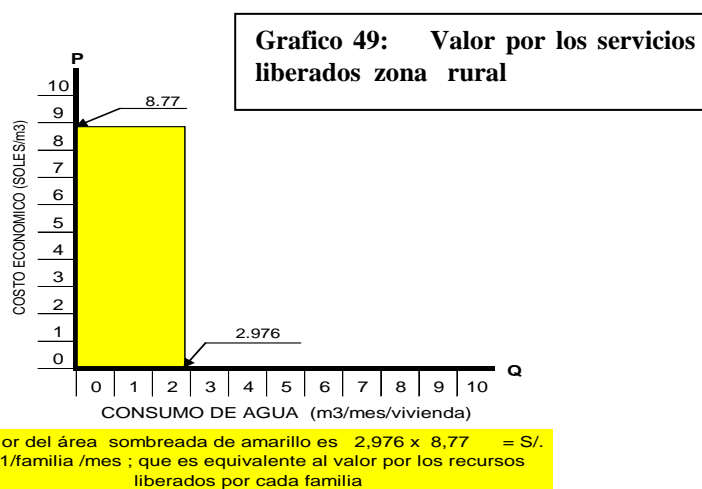
$$(26.1 \text{ nuevo soles} / 2.976 \text{ m}^3) = 8.77 \text{ Soles/m}^3$$

• **Cálculo del Valor por los Recursos Liberados por Vivienda Zona Rural.**

CUADRO 36: DATOS REFERENCIALES DE CONSUMO Y COSTO ZONA RURAL.

DENOMINACION	VALOR
CONSUMO DE AGUA (m ³ /mes/vivienda)	2,976
COSTO ECONOMICO DE AGUA (Soles/m ³)	8,77

Fuente: Elaboración Propia, 2005



Entonces:

- Una familia en la zona rural que no cuenta con el sistema de micro captación de agua de lluvia consume $2,976 \text{ m}^3$ de agua acarreada.
- El costo económico por el acarreo de agua de una familia es de 8.77 nuevo soles / m^3
- El valor del área sombreada de amarillo es igual al área del rectángulo (base x altura); esta representa el valor de liberación de recursos por familia al mes. (Beneficio por dejar de acarrear el agua) cuando se implementa el proyecto; que es igual a 26.1 nuevo soles.

• **Valor de los Beneficios del Consumidor por Disponibilidad del Servicio Zona Rural.**

Para el cálculo del valor de los beneficios del consumidor por la disponibilidad del servicio ofrecido por el sistema de micro captación se tiene en cuenta los siguientes datos:

CUADRO 37: DATOS REFERENCIALES PARA EL CÁLCULO DE LOS BENEFICIOS POR DISPONIBILIDAD DEL SERVICIO ZONA RURAL.

DENOMINACION	VALOR
CONSUMO DE AGUA (m3/mes/vivienda)	2,976
COSTO ECONOMICO DE AGUA (Soles/m3)	8,77
Dotación con proyecto (lppd)	60,82
Consumo de saturacion a tarifa	8,58

Fuente: Elaboración Propia, 2005

En el caso de la zona rural, los usuarios no pagan por unidad adicional de agua consumida por lo cual enfrentan una tarifa marginal igual a cero ($P=0$).

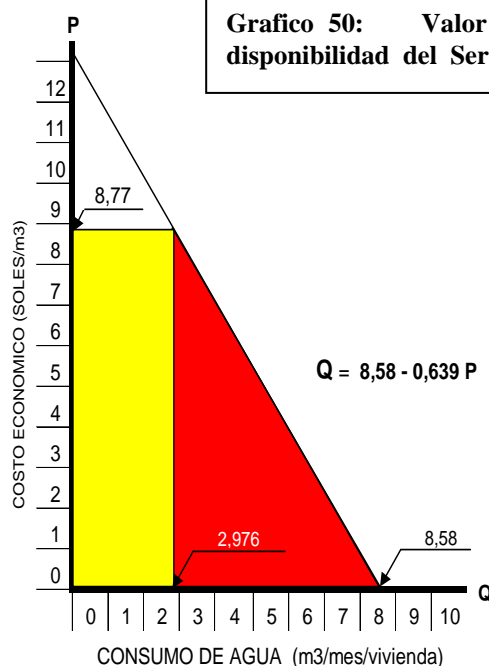
En consecuencia el segundo punto de la curva de la demanda esta dado por el consumo de 8.58 m3/vivienda/mes al precio marginal cero.

Dotacion con proyecto(60,82 lppd) x N°habitantes por vivienda(4,7)X 30 dias(1 mes)
1000
8,58m3/mes/vivienda

CUADRO 38: DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LA DEMANDA ZONA RURAL.

Determinación de la Curva de la Demanda
$Q = a + bP$
1. Con los dos puntos de la curva: $Q_0 = 8,58 + b(0)$ $Q_0 = 8,58 = a$
2. Pendiente de la curva b: Si: $P_1 = 8,77$ y $Q_1 = 2,976$ $Q_1 = a + b(P_1)$ $2,976 = 8,58 + b(8,77)$ $\frac{2,976 - 8,58}{8,77} = b$ $\frac{-5.604}{8,77} = -0.639 = b$
Reemplazando en: $Q = a + bP$ $Q = 8,58 - 0,639 P$

Fuente: Elaboración Propia, 2005



El valor del area rojo del triangulo es: $\frac{\text{base} \times \text{altura}}{2}$

Valor del Beneficio Por Disponibilidad Del Servicio

$$\frac{(8,58 - 2,976) \times 8,77}{2} = 24,574 \text{ Soles/familia/mes}$$

• **Consolidado de Beneficios Anuales por Vivienda.**

CUADRO 39: CONSOLIDADO DE BENEFICIOS DE LA ZONA RURAL.

CONSOLIDADOS DE BENEFICIOS	
a.- Por liberacion de recursos	
Beneficios(S./) familia/mes =	2,976 x 8,77
Valor de liberación de recursos .:=	26.10 soles/ familia/mes
b.- Por disponibilidad del servicio	
Beneficios(S./) familia/mes =	$\frac{(8,58 - 2,976) \times 8,77}{2}$
Valor del Beneficio Por Disponibilidad Del Servicio =	24.57Soles/familia/mes
c.- Total de Beneficios: soles/familia/mes (a+b)	50.67
d.- Total de Beneficios: soles/familia/año (c x 12)	608.04
	Beneficio Total Anual

Fuente: Elaboración propia

En el ámbito Urbano de la zona de influencia de la investigación, la tarifa por las conexiones domiciliarias tipo A es de 0.87 nuevo soles / m³ establecido por la EPS – Moyobamba.

• **Valor de los Beneficios del Consumidor del servicio Zona urbana.**

CUADRO 40: DATOS REFERENCIALES PARA EL CÁLCULO DE LOS BENEFICIOS POR DISPONIBILIDAD DEL SERVICIO ZONA URBANA

DENOMINACION	VALOR
CONSUMO DE AGUA (m3/mes/vivienda)	13,547
COSTO ECONOMICO DE AGUA (Soles/m3)	0,87
Dotación con proyecto (lppd)	135,79

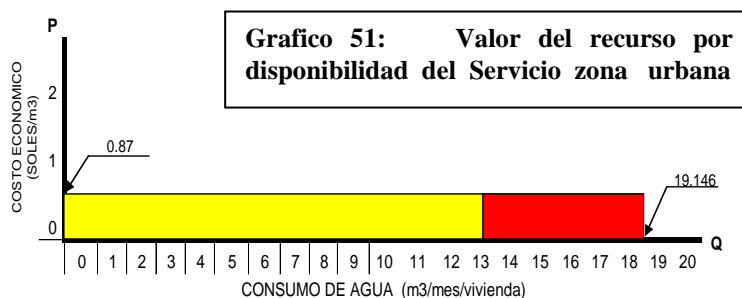
Fuente: Elaboración Propia, 2005

Dotación con proyecto(135,79 lppd) x N°habitantes por vivienda(4,7)X 30 días(1 mes)
1000
19,146 m3/mes/vivienda

CUADRO 41: DETERMINACIÓN DE LA CURVA DE LA DEMANDA ZONA URBANA.

Determinación de la Curva de la Demanda
$Q = a + bP$
1. Con los dos puntos de la curva: Si $P = 0$ $Q_0 = 19,146 + b(0)$ $Q_0 = 19,146 = a$
2. Pendiente de la curva b: Si: $P_1 = 0,87$ y $Q_1 = 13,547$ $Q_1 = a + b(P_1)$ $13,547 = 19,146 + b(0,87)$ $\frac{13,547 - 19,146}{0,87} = b$ $\frac{-5.603}{0,87} = \mathbf{-6.440 = b}$
Reemplazando en: $Q = a + bP$ $Q = 19,146 - 6,44 P$

Fuente: Elaboración Propia, 2005



El valor del área sombreada de color rojo es $(19.146 - 13.547) \times 0.87 = S/. 4.87/\text{familia}/\text{mes}$ que es el valor del beneficio por disponibilidad de agua

Al valor anterior se suma el porcentaje (%) de descuento por desagüe que esta en relación directa al consumo de agua de la familia que es de 30%, calculando un ahorro por el servicio de alcantarillado, dejando de consumir 5.6 m³ de la Red pública que es 1.68 nuevos soles; estimándose un ahorro o **beneficio total de 6.55 nuevos soles/familia/mes.**

CUADRO 42: CONSOLIDADO DE BENEFICIOS DE LA ZONA URBANA.

CONSOLIDADOS DE BENEFICIOS	
a.- Por liberación de recursos	
Beneficios(S.)/ familia/mes =	0,00
b.- Por disponibilidad del servicio	
Beneficios Soles/ familia/mes =	$(19.146 - 13.547) \times 0.87$
Valor del beneficio por disponibilidad del servicio Soles/ familia/mes =	6,55*
* incluye el valor por no utilizar la red de desagüe	
c.- Total de Beneficios: soles/familia/mes (a+b)	6,55
d.- Total de Beneficios: soles/familia/año (c x 12)	78,60
	Beneficio Total Anual

Fuente: Elaboración Propia, 2005

e.- Evaluación económica

El análisis costo-beneficio, se sirve de los llamados indicadores de rentabilidad para evaluar la viabilidad de una inversión. Estos permiten no solo aceptar o rechazar una inversión, sino también efectuar comparaciones de proyectos alternativos, de modo que sea seleccionada la mejor de ellas desde el punto de vista económico. Existen distintos indicadores que pueden calcularse una vez conocidos y determinados los costos y beneficios. Entre ellos destaca la razón costo - beneficio, que es el resultado de dividir el valor actual de los flujos de

beneficio y la sumatoria de la inversión más el valor actual de los flujos de costo y cuya fórmula es la siguiente:

$$B/C = \frac{VAB}{INV + VAC}$$

Donde:

B/C = Razón beneficio - costo

VAB = Valor Actual de los Beneficios

VAC = Valor Actual de los Costos

INV = Inversión

En resumidas cuentas la relación costo - beneficio dará un valor mayor, igual o menor que la unidad, siendo el proyecto rentable solo cuando la razón beneficio costo es mayor a la unidad y el valor actual neto es positivo (VAN).

La importancia de evaluar un proyecto radica en el hecho de establecer si el proyecto en mención en primer lugar es viable (si existen las condiciones comerciales, técnicas y de infraestructura para concretar el proyecto) y en segundo lugar para establecer si es rentable o no, si va a generar ganancias o pérdidas para quienes promuevan dicha inversión (inversionistas).

CUADRO 43: COSTO DEL PROYECTO ZONA URBANA

Costos del Proyecto en Nuevos Soles	
Costo de inversión	1.081,74
Costos de operación y mantenimiento	85,00

Fuente: Elaboración Propia, 2005

El VAN calcula el valor actual neto de una serie de flujos monetarios en el tiempo (horizonte de 10 años), En términos generales, cualquier inversión cuyo VAN sea mayor que cero es rentable.

CUADRO 44: FLUJO DE BENEFICIOS COSTOS ZONA URBANA

Año	Beneficios Soles/año	Inversión	costos Incrementales	Flujo Neto
0	0	1.081,74		-1.081,74
1	78,60		85,00	-6,40
2	78,60		85,00	-6,40
3	78,60		85,00	-6,40
4	78,60		85,00	-6,40
5	78,60		85,00	-6,40
6	78,60		85,00	-6,40
7	78,60		85,00	-6,40
8	78,60		85,00	-6,40
9	78,60		85,00	-6,40
10	78,60		85,00	-6,40
786,00			850,00	
VAN				-1.117,90
B/C				0,28

Fuente: Elaboración Propia, 2005

CUADRO 45: COSTO DEL PROYECTO ZONA RURAL

Costos del Proyecto	
Costo de inversión	1.161,82
Costos de operación y mantenimiento	85,00

Fuente: Elaboración Propia, 2005

CUADRO 46: ANALISIS DE COSTO BENEFICIO ZONA RURAL

Año	Beneficios Soles/año	Inversión	Costos Operativos	Flujo Neto
0	0	1.161,82		-1.161,82
1	608,04		85,00	523,04
2	608,04		85,00	523,04
3	608,04		85,00	523,04
4	608,04		85,00	523,04
5	608,04		85,00	523,04
6	608,04		85,00	523,04
7	608,04		85,00	523,04
8	608,04		85,00	523,04
9	608,04		85,00	523,04
10	608,04		85,00	523,04
6.080,40			850,00	
VAN				1.793,47
B/C				2,09

Fuente: Elaboración Propia, 2005

V. DISCUSIONES:

5.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE AGUA PARA CONSUMO DOMÉSTICO EN EL ÁMBITO URBANO Y RURAL.

El agua es una de las sustancias más abundantes del planeta, sin embargo el exagerado aumento de su consumo comparado con el incremento de la población esta provocando que su demanda sea un tema prioritario. Estudios realizados en la ciudad de Moyobamba, por la Entidad Prestadora de Servicio de Saneamiento EPS-Moyobamba, muestran que el consumo promedio mensual per cápita para la categoría doméstica “A” es de 136.24 lppd. Sin embargo el presente estudio muestra que el consumo per capita promedio de una familia de 5 miembros es de 89 lppd, ambos por debajo del rango estipulado por el reglamento nacional de construcción que establece para zonas urbanas de climas calidos y templados 250 lppd. Por lo cual los datos del presente estudio permitiría ajustar la demanda diaria per cápita para zonas urbanas de la selva alta.

En la zona rural del ámbito de estudio, sin embargo, el consumo promedio mensual per cápita es de 19.6 lppd, cifra que esta muy cercana con la dotación mínima diaria de agua con la que un ser humano puede vivir normalmente (20 litros de agua al día) dado por S. Sáez en el segundo congreso internacional de formación y medios

Los hábitos de consumo en la zona urbana del ámbito de estudio distribuidos en forma porcentual hacen ver que el 21.57% de agua que se emplea en una vivienda se usa en el inodoro, un volumen considerable en términos económicos, otros 19.78% en el lavado de ropa y un 15.96% en la ducha, seguido de un 14.16% al cocinar los alimentos y dejando el 28.54% para otros usos como: lavado de vehículos, regadío de jardines y para beber; esto difiere en algo con los diferentes estudios realizados en países industrializados que presentan una proporción de 70% del agua que lo utilizan en el baño incluyendo el inodoro, un 13% en la cocina, un 15% en la lavadora y un 2% para beber. En zonas rurales los hábitos de consumo no están bien definidos por la referencia bibliográfica. Sin embargo en el presente estudio se determinó que el 72.11% del agua que acarrear a sus viviendas lo usan para cocinar, dejando solo un 25.17% para el aseo personal (no incluye el baño) y el 2.40% para el bebedero de animales de corral (gallinas, patos, etc).

5.2 APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MICRO CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA PARA USO DOMESTICO.

El sistema de micro captación de agua de lluvia en techo propuesto por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente - CEPIS y la Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico de la Zona Rural – UNATSABAR, establece un interceptor de primeras aguas y un tanque que generalmente lo hacen de concreto revestido, los cuales no son considerados en el diseño propuesto por el presente estudio, sin embargo se utilizó un tanque de almacenamiento efectivo de forma cilíndrica de 1000 litros de fibra de vidrio, con recubrimiento interno anti bacteriano y con un filtro a la salida del agua para el consumo; la dotación promedio de agua que proporciona el sistema de micro captación de agua de lluvia puesto en práctica para el presente estudio es de $5.6 \text{ m}^3/\text{mes}$ lo que equivale a 36.82 lppd, el cual sobrepasa el requerimiento mínimo de agua para que una persona pueda vivir normalmente (20 lppd) que hace también referencia la guía de captación de agua de lluvia elaborada por el CEPIS-UNATSABAR.

En cuanto a los análisis Físico Químicos, se tiene que los parámetros analizados no sobrepasan los límites máximos permisibles para consumo humano; recomendados por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento SUNASS. Estableciéndose que el agua de lluvia tiene una buena calidad físico – químico.

El análisis microbiológico del agua captada en la zona urbana sobrepasa los límites máximos permisibles para consumo humano, en las dos primeras muestras, no se realizó ningún tipo de tratamiento al agua de lluvia, sin embargo en el último análisis microbiológico realizado se puede observar que la presencia de micro organismos ha disminuido, esto debido a que el agua fue tratada con lejía (hipoclorito de sodio al 5%).

En la zona rural (Caserío Nueva York), los resultados con respecto al análisis de calidad de agua no sobrepasan los límites máximos permisibles para consumo humano, en este caso no se utilizó ningún tipo de tratamiento al agua de lluvia.

5.3 ANÁLISIS DE COSTO /BENEFICIO DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MICRO CAPTACIÓN PARA APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA

La evaluación económica del sistema de micro captación de agua de lluvia que se realizó en la ciudad de Barquisimeto ubicada al noreste de Venezuela, para conocer las virtudes y bondades de ejecutar un plan con el fin de utilizarlo para consumo humano, resultando de que el plan de aprovechamiento de agua de lluvia no era viable (Rivera 2004), resultado similar al de este estudio para el ámbito urbano sin embargo la propuesta de micro captación de agua de lluvia sin duda es viable siempre que se base en el suministro de materiales y supervisión de parte del estado para ser ejecutado por auto construcción.

En cuanto a los resultados de análisis costo beneficio en la zona rural la razón costo beneficio es mayor a la unidad y el valor actual neto es positivo por lo cual se asevera que la propuesta de micro captación de agua de lluvia es viable.

VI. CONCLUSIONES:

6.1 Se determinó que la demanda actual de agua para consumo humano en las viviendas de la zona urbana del ámbito de influencia del estudio es de 13.537 m^3 al mes (89.0 lppd) y en la zona rural es de 2.98 m^3 al mes (19.6 lppd) comparado con el incremento de la población se hace preocupante. En cuanto al uso que le dan al agua en la zona rural tiene muy pocas variantes, Esto se debe a que muchas de las actividades que requieren agua no se desarrollan en las viviendas (al bañarse, lavar la ropa, etc.) sino en la misma fuente de agua (quebradas, vertientes, pozos, etc.)

6.2 Para el diseño del sistema de micro captación es imperativo considerar básicamente dos parámetros, la demanda de agua, la cual depende de los requerimientos de la familia y que puede estar representada por solamente el agua para consumo humano, hasta llegar a disponer de agua para todas sus necesidades básicas y la “oferta” o Producción de agua; que está relacionada directamente con la precipitación durante el año y con las variaciones estacionales de la misma. Cabe mencionar que existe una relación directa entre la oferta y la demanda de agua, las cuales inciden en el área de captación y el volumen de almacenamiento.

La captación de agua de lluvia para consumo humano está recomendada sólo para zonas rurales o urbano marginales con niveles de precipitación pluviométrica que hagan posible el adecuado abastecimiento de agua de la población beneficiada.

La oferta de agua del sistema de micro captación de agua de lluvia es de 5.6 m^3 al mes lo que incrementa la disposición de agua en la zona urbana de 13.537 m^3 a 19.14 m^3 y en la zona rural de 2.98 m^3 a 8.58 m^3 elevándose así la dotación diaria por persona a 125.82 lppd. y 56.41 lppd respectivamente.

Si bien es cierto que en cuanto a calidad, el agua de lluvia cuenta con calidad aceptable, es necesario contrarrestar los agentes contaminantes que generalmente están en la superficie de captación (techo) en los cuales se depositan excremento principalmente de ratas, que aumentan la carga bacteriana del agua de lluvia.

6.3 En la Zona Rural por los criterios de inversión desarrolladas como el Valor Actual Neto y la razón Costo/Beneficio, se determinó que la aplicación de la propuesta del sistema de micro captación de agua de lluvia es viable; por estos mismos criterios de inversión se evaluó la propuesta de la zona urbana teniendo como resultado que en esta zona no es rentable por lo tanto no se recomienda su ejecución; sin embargo los beneficios no solo son económicos, socialmente al dejar de usar el volumen de 5.60 m³/familia implica que otra familia pueda utilizarla pudiendo ampliar la cobertura del servicio. En viviendas de la zona urbana es posible ahorrar el 41.37 % del agua potable; en conclusión podemos decir que por cada 2.4 familias que tienen sistema de Micro captación podrá una familia abastecerse con 13.547 m³ de agua.

De acuerdo a las conclusiones antes descritas podemos decir que el aprovechamiento del agua de lluvia mediante el sistema de micro captación, asegura el abastecimiento continuo de agua, complementa el servicio de agua potable y contribuye al bienestar familiar del Distrito de Moyobamba mientras el régimen de precipitaciones se mantenga estable.

Sin embargo se hace necesario crear una cultura de ahorro de agua en la población, en vista que el agua es un recurso no renovable y en muchas zonas del planeta escasa.

El presente estudio involucrado en la investigación a la población urbana como rural, poniendo en práctica la fase “Aprender- Haciendo”, logrando así involucrar y vincular a la Facultad de Ecología – UNSM – T con la sociedad mediante la investigación participativa y una propuesta de soluciones prácticas en el marco del aprovechamiento del agua.

VII. RECOMENDACIONES.

- 7.1 Incentivar la cultura de ahorro del agua, implementando programas de difusión de ahorro de agua en instituciones educativas, instituciones públicas y privadas, así como a la población en general.
- 7.2 Promover políticas locales que impulsen propuestas viables de ahorro de agua como es el caso del presente estudio.
- 7.3 Vincular las acciones de investigación que realiza la Facultad de Ecología con la sociedad teniendo como base la participación comunal y el planteamiento de soluciones prácticas a los problemas locales.
- 7.4 En cuanto a la aplicación de la tecnología de micro captación de agua de lluvia en techo, se recomienda solo para zonas rurales y peri urbana que no cuentan con el sistema tradicional de distribución de agua o en poblados cuyas viviendas están dispersas, y alejadas; la percepción de la población de la utilidad práctica del sistema de micro captación es más favorable en esas condiciones.
- 7.5 Para el diseño del sistema de micro captación de agua de lluvia es recomendable trabajar con datos de precipitación mensual suministrados por la autoridad competente como es el caso del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, por lo menos de un periodo 15 años.
- 7.6 En cuanto al tanque de almacenamiento se recomienda el tanque de fibra de vidrio con recubrimiento interno antibacteriano y filtro a la salida del agua para consumo, que es de fácil transporte y por su diseño facilita su limpieza, es de fácil y rápida instalación y mantenimiento por lo que no necesita de personal especializado para estos fines.

- 7.7 Se recomienda realizar la limpieza del tanque del almacenamiento por lo menos cada dos meses por la acumulación de lodo que altera las características organolépticas, ocasionando mayor turbidez y mal olor.
- 7.8 En la zona urbana utilizar el agua captada de agua de lluvia para inodoros, lavar la ropa, regar los jardines, entre otras labores domésticas que no requiera agua con parámetros máximos de calidad.
- 7.9 Es recomendable desarrollar un programa de orientación sanitaria e higiene orientada a aminorar la carga de micro organismos patógenos producto de la manipulación del agua para consumo humano.
- 7.10 Los costos del sistema propuesto deben ser comparados con los costos de otras alternativas destinadas al mejoramiento del abastecimiento de agua, teniendo presente el impacto que representa la cantidad de agua en la salud de las personas beneficiadas por el servicio de agua.
- 7.11 Difundir el trabajo de investigación realizada “Evaluación del aprovechamiento de agua de lluvia para uso domestico en Moyobamba San Martín”, a la sociedad civil e instituciones públicas y privadas.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

1. ÁLVAREZ, J. A. 1980. Análisis de sistemas y modelación: Conceptos y métodos para la planificación hidrológica. ED. Da Universidad. Porto Alegre.5p.
2. ANAYA GONZÁLEZ-RIVERA, C. 1999. Escasez de agua en América Latina: Estudios de Caso Problemas y Soluciones.7p
3. BANCO MUNDIAL - REIJ, MULDER Y BEGEMANN, 1988. Documento técnico para Micro captación de agua de lluvia.5 p.
4. CASAS L. S. A. 2002. Potencial de Aprovechamiento del Agua de lluvia: Caso Sub Región del Alto Mayo.
5. CEPIS- Centro Panamericano de Ingeniería /UNATSABAR - Unidad de Apoyo Técnico y en saneamiento Básico Rural 2001. Guía de diseño para la captación del agua de lluvia. Lima – Perú. 18 p.
6. CHEREQUE, M.V; Hidrológica, para Estudiantes de Ingeniería, 1990. Lima Perú. 22p.
7. CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO, HUMANISTICO Y TECNOLÓGICO, de la Universidad de los Andes. Venezuela 2003.1p.
8. El Ahorro de Agua: Una Necesidad. pp. 1-2 obtenida de la red mundial del 18 febrero del 2003. [http:// www.probicosl.com/html/ahorrodeagua.htm](http://www.probicosl.com/html/ahorrodeagua.htm). 2p.
9. FAO-RLAC: Veenhuizen, R. y Prieto, M. 1998. Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia. obtenida de la red mundial del 22 febrero del 2003.5p.
10. [http:// www.rlc. Fao.org/prior/rechat/pst/capta/intro/pdf](http://www.rlc.fao.org/prior/rechat/pst/capta/intro/pdf).

11. GTZ-DIAM, Zimmermann, R. y Dempewolf, J. 1999. Bosques prístinos del área del Río Avisado, Alto Mayo, Perú – Monitoreo ambiental y evaluación de sensibilidad ecológica. Moyobamba San Martín – Perú.186p.
12. INEI, 2001. San Martín. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2000. Lima – Perú.230p.
13. INEI, 1994, Resultados Definitivos de Censos Nacionales 1993, IX de Población y IV de Vivienda. Tomo I. Lima- Perú.602p.
14. FAFKA,K.F. 2000, Evaluación estratégica de proyectos de inversión. Lima-Peru.444p.
15. LAINEZ, A. Moncada M. y Gómez T. 1987. Informe técnico justificatorio para el establecimiento del Bosque de Protección Alto Mayo. Rioja San Martín. 18p.
16. LÓPEZ, G. 1998. Programa de Micro captación de agua. Un caso de investigación a través de la acción. 3p.
17. Ministerio de Economía y Finanzas, Oficina de Inversión, Lima 2000, Manual Metodológico para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos Ambientales.125p.
18. Manual para el Diagnóstico situacional del Nec, Lima 1975. 139p.
19. MURRAY, R Y SPIEGEL, F.1969. Teoría Elemental del Muestreo. Cap. 08. México. McGraw – Hill. 556p.
20. ORTIZ, H. y ROSSEL D. 1999. Manejo del Agua de Lluvia en una Casa Habitación. México. 6 pag.
21. OSORIO, Carlos. Abril 2001 Revista Iberoamericana de Ciencia Numero 294, Universidad del valle Colombia, Ded CTS+I de la OEI. 4p

22. PAREDES, A.A.2000. Tesis ¿Cómo elaborarla? Lima – Perú. 118p.
23. PEAM, 1998. Experiencias Sobre Manejo Ambiental en el Valle del Alto Mayo. Moyobamba – Perú. 80p.
24. PEAM, PROFONANPE, 2001. Boletín Meteorológico e Hidrológica del Alto Mayo. Moyobamba – Perú. 30p.
25. Recuperación de Aguas Pluviales. obtenida de la red mundial del 12 febrero del 2003. http://www.probicosl.com/html/recuperacion_de_aguas_pluviales.htm. 2p.
26. Reglamento Nacional de Edificaciones, Decreto Supremo N° 015-2004-Vivienda. 06-09-2004.1p.
27. SENAMHI, (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) 2002. Reportes Anuales de Pronósticos del Clima.
28. SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) 1990. Programa de Capacitación a Distancia en Observaciones del Tiempo y Clima. Pluviometría. Modulo I. 26p.
29. SUNASS, 2003. Control de Calidad de Agua, Lima – Perú.2 28p.
30. TE. C.V, MAIDMENT D.R; WAYS L.W. Hidrología Aplicada. 80-81 pag.
31. VAN V. R; PRIETO.C.M; Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia.pag.5p.
32. PEAM, KFW; 2003. Proyecto de Desarrollo Integral Alto Mayo Proyecto de Riego Avisado- La Conquista, Informe de Revisión y complementación Hidrológica, Anexo 2-3.

ANEXOS

- Anexo N° 01 : Estaciones Meteorológicas Administradas por el SENAMHI
(Utilizadas en el Polígono de Thiessen).
- Anexo N° 02 : 2A Padrón de Encuestados: Zona Urbana.
2 B Padrón de Encuestados: Zona Rural.
- Anexo N° 03 : Fichas de Medición de Uso y Consumo: Zona Urbana.
- Anexo N° 04 : Fichas de Medición de Uso y Consumo: Zona Rural.
- Anexo N° 05 : 5A Fichas de Encuesta: Zona Urbana
5B Fichas de Encuesta: Zona Rural.
- Anexo N° 06 : Consolidado del consumo de agua en viviendas rurales.
- Anexo N° 07 : Resultados oficiales de la encuesta de “Evaluación del
Aprovechamiento de Agua de Lluvia para uso doméstico en
Moyobamba San Martín”
- Anexo N° 08 : Resultados oficiales de los Análisis de agua de lluvia: Zona Urbana y
Rural.
- Anexo N° 09 : Vistas Fotográficas tomadas en el desarrollo del trabajo.

ANEXO Nº 01:
ESTACIONES METEOROLOGICAS– ADMINISTRADAS POR EL SENAMHI.
(Utilizadas en el método de Polígono de Thiessen)

Nº EST	Nombre	Provincia	Tipo	Coordenada Geográfica		Coordenada UTM		Altura (m)	Parámetros	Periodo de Registros.
				Latitud Sur	Long. Oeste	Norte	Este			
1	Balsapuerto	Alto Amazonas	PLUV	05°51'	76°35'	9353112.661	324691.768	200	P,T	1965-1973
2	Moyobamba	Moyobamba	CO	06°02'	76°58'	9332710.536	282302.363	860	P,T,HR,E	1964-66,1970-71 Y 1974-2002
3	Jepelacio	Moyobamba	PLUV	06°07'	76°55'	9323513.212	287872.271	1113	P,T	1965-98
4	Soritor	Moyobamba	PLUV	06°07'	76°06'	9323437.368	267571.149	635	P,T.	1988-98
5	Rioja	Rioja	CO	06°04'	77°09'	9328946.501	262011.935	848	P,T,E	1964-82 Y 1986-2002
6	Yuracyucu	Rioja	PLUV	05°57'	77°12'	9341830.381	256422.103	850	P,T	1968-75 Y 2002
7	Naranjillo	Rioja	PLUV	05°41'	77°26'	9370796.640	229361.070	870	P,T	1975-2002
8	Jumbilla	Bongará	PLUV	05°53'	77°45'	9348935.271	195439.430	1935	P,T	1964-73

FUENTE: TESIS "POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA: CASO SUB REGION – SAN MARTIN".

Anexo 2A: PADRON DE ENCUESTADOS ZONA URBANA

1A: PADRON DE PROPIETARIOS DE LAS VIVIENDA A ENCUESTAR EN LA ZONA URBANA DEL AREA DEL ESTUDIO*

Nº Randomizados	Encuestados	Ubicación
80	Esperanza Linarez Arbildo	Bolivar c-09
110	Ramon Rios Aves	Sure c-02
160	Cesar Arias Lopez	Sucre c-07
170	Ted Vasquez Chaparro	Sucre c-07
270	Rodolfo Chuquista Labajos	Pascacio noriega c-08
460	Jorge v. Puera Ruiz	Independencia 774
510	Esteban Lopez Rodriguez	Independencia c-12
520	Rosa A. Silva Pinedo	Independencia c-13
700	Emilio Del Carpio Macedo	Libertad c-08
730	Rafael Soto Rodriguez	Libertad c-10
940	Segundo A. Bravo Chonlon	Keiko sofia mz.A Lt. 13
960	Orlando Celis Angulo	Tumbes 352
970	Ramiro Lopez Lopez	Alonso Alvarado 113
990	Armando Aguilar Mori	Alonso Alvarado 227
1000	Sabino Rodas Leyva	Alonso Alvarado 304
1050	Jorge Cruzalegui Rojas	Alonso Alvarado c-06
1160	Antoni Sepulveda Bardalez	Callao 321
1200	Marden Bocanegra Chujutalli	Trujillo 462
1430	Abildo Alvarado Rojas	Cajamarca c-07
1440	Lorenzo Barboza Silva	Cajamarca c-08
1470	Hortencia Bardalez Tuanama	Cajamarca 146
1580	Walter Casique Saboya	Los aguano c-01
1600	Leoncio Ramirez Delgado	Miguel Grau 676
1620	Segundo Coronel Celiz	Miguel Grau c-04
1720	Artidoro Villanueva Perez	Iquitos c-09
1890	Eduardo Lopez Cobos	Coronel Secada c-11
2010	Luis Chamoli Villacis	Coronel Secada 497
2090	Manuel Ocampo Gutierrez	20 de abril 273
2170	Lucila Reategui Melendez	20 de abril c-07
2180	Baulino Delgado D.	20 de abril c-07
2210	Consesa Gongora Ruiz	20 de abril c-04
2280	Eduardo Rojas Ruiz	Puno 277
2340	Aurelia Mendoza Najar	Puno 676
2400	Natividad Lopez Vasquez	Edmundo del Aguila 150
2430	Carmen Vela Vasquez	Edmundo del Aguila c-04
2520	Pablo Moreto Garcia	Esperanza c-01
2550	Edwin Borbor Alegria	Esperanza 384
2560	Ana Diaz Ruiz	Esperanza 383
2580	Maribel Vasquez Mendoza	Oscar R. Benavides 196
2600	Jose Izquierdo Hemerita	Oscar R. Benavides c-02
2630	Consuelo Sandoval Rivera	Oscar R. Benavides 444
2800	Asuncion Sifuentes C.	Reyes Guerra 460
2940	Alonso Cruz Santos	Prol. Pedro Canga
2980	Severo Noriega Vasquez	Pedro Canga 456
3140	Manolo Portocarrero Hidalgo	San Martin c-04
3460	Wilder Saldada Rivera	El dorado 182
3480	Jorge Culqui Flores	Chicago 118
3520	Raul Lozano Lopez	Manuel del aguila 291
3540	Maria Tuanama Tipa	Manuel del Aguila c-04
3670	Jorge Acosta Ruiz	Callao c-04
3890	Anastacio Silva Sanchez	Serafin Filomeno c-06
3900	Valentin de la Cruz Quispe	Serafin Filomeno c-07
3940	Raul Mas Maslucan	Alonso Alvarado c-09
3980	Yolanda Acosta de R.	Alonso Alvaradoc-010
4010	Fernando del Castillo R.	Dos de Mayo 186
4110	Jenny Rojas Navarro	Sargento Tejada c-01
4300	Jorge Rios Rengifo	Pedro Tejada 244
4500	Irma Vela Borbor	Vicente Najar 269
4560	Roque Pinedo Cobos	Apurimac 192
4580	Antonio Pashanaci Munoz	Apurimac 326
4590	William Celiz Ventura	Apurimaca 368
4700	Jorge Rodriguez Vela	Independencia 1391
4880	Mateo Miranda R.	Dos de mayo 1096
4890	Teresa de J. Alvarez Culqui	Dos de mayo 1141
5070	Jose H. Murrugarra Florian	Dos de mayo c-19
5100	Eduardo Quispe Hernandez	San Francisco 260
5260	Angel Inga Tafur	28 de julio 210
5320	Noe Vilca Hoyos	Miraflores c-02
5690	William del Castillo Rodriguez	San jose c-03
5800	Victor A. Campos Quintana	Santa Maria c-02
5900	Pedro Urrutia Vasquez	Tarapoto c-01
5930	Maria Ludeña Grandez	Porvenir c-01
5940	Emma Chicana Chasquibol	Javier Prado c-03
6020	Juan Fernandez Taritenio	La union Mz.E L 8
6110	Nicanor Sanchez Mondragon	Las Esmeraldas 3
6230	Elida Grandez Puerta	Fonavi II Mz 03 L 15
6340	Miguel Cruz Huiman	Victoria Nueva calle- Bellavista
6400	Zara Rojas Irene	Alfonso Ugarte Mz D Lt. 06
6470	Pedro Castañeda Tuesta	Jorge Chavez Mz B
6520	Miguel Collantes Alva	Andalucia 155

* Estimado a partir del padrón de usuarios y conexiones domiciliarias de agua potable 2003 EPS- Moyobamba

Anexo 2B: PADRON DE ENCUESTADOS ZONA RURAL

1B: POBLADOS CONSIDERADOS PARA LA ENCUESTA UBICADOS EN LA ZONA RURAL DE AREA DE ESTUDIO

POBLADOS	COORDENADAS		POBLACION *	Nº Viviendas **
	Y	X		
Alfarillo	9324963	277097	101	20
Almirante Grau	9341200	291600	191	38
Baños Sulfurosos(Shainas)	9329005	278097	49	10
Bella Selva	9346898	286971	57	11
Campo Alegre	9329910	275850	99	20
Cañabrava	9346847	274159	200	40
Coordillera Andina	9337550	291347	172	34
El Alamo	9345036	292624	115	23
EL Condor	9344970	289822	135	27
El Milagro	9329400	273600	111	22
Naranjal	9326530	276343	63	13
La Flor de Primavera	9341200	292800	165	33
Flor del Mayo	9335609	283808	312	62
Gobernador	9343784	273168	121	24
Guillermo	9340890	278360	180	36
Jorge Chavez	9316250	275300	152	30
Perla de Indañe	9331200	279400	125	25
Las Malvinas	9346629	276421	200	40
Los Angeles	9344311	276922	458	92
Marona	9328800	288400	588	118
Medellin	9336600	282600	126	25
Nueva York	9338877	294803	200	40
Nuevo Eden	9339400	289400	60	12
Nuevo Jaen	9342699	291771	62	12
Nuevo Milagro	9344150	285204	167	33
Nuevo Piura	9339055	280450	144	29
Nuevo Progreso	9334223	286191	42	8
Nuevo San Ignacio	9339400	272600	625	125
Las Palmeras	9343769	280747	174	35
Paraiso de Oromina	9325700	273900	140	28
Pascacio Noriega	9329200	275200	128	26
Playa Hermosa	9345342	279238	156	31
Quilluallpa	9344150	285204	309	62
San Andres	9360600	281600	249	50
San Jose del Morro	9331400	276800	68	14
San Mateo	9324200	280400	407	81
San Vicente	9325800	283600	182	36
Santa Catalina	9337320	281800	293	59
Sapote	9343319	275153	240	48
Sol Andino	9340600	294300	66	13
Sucllaquiro	9341632	287935	562	112
TOTALES			7994	1599

* poblacion estimada por el Gobierno Regional San Martín

** Estimado en base a al numero de integrantes promedio de una familia, considerando que una familia vive en una vivienda

Anexo 03: FICHAS DE MEDICION DE USO Y CONSUMO: ZONA URBANA
**3A: FICHA DE MEDICION DE CONSUMO Y USO CONVENCIONAL DE AGUA
(COCINA)**

Fecha:	Domicilio:			
Actividad de uso	Lectura del medidor		Hora	
	Antes	Después	De	A
Cocinar				

**3B: FICHA DE MEDICION DE CONSUMO Y USO CONVENCIONAL DE AGUA
(DUCHA)**

Fecha:	Domicilio:			
Actividad de uso	Lectura del medidor		Hora	
	Antes	Después	De	A
Ducharse				

**3C: FICHA DE MEDICION DE CONSUMO Y USO CONVENCIONAL DE AGUA
(LAVANDERIA)**

Fecha:	Domicilio:			
Actividad de uso	Lectura del medidor		Hora	
	Antes	Después	De	A
Lavar ropa				

**3D: FICHA DE MEDICION DE CONSUMO Y USO CONVENCIONAL DE AGUA
(Inodoro)**

Fecha:	Domicilio:
Actividad de uso	Veces usado (Marca con una X)
Baldear el inodoro	
Capacidad de tanque:	

Anexo 04: FICHAS DE MEDICION DE USO Y CONSUMO: ZONA RURAL
**4A: FICHA DE FRECUENCIA DE CONSUMO Y USO CONVENCIONAL DE AGUA
(Zona Rural)**

Fecha:	Domicilio:
Actividad de uso	Veces usado (Marca con una X)
Cocinar (preparar alimentos refresco, lavar frutas, verduras, papas, vituca carne y todo alimento , ollas , platos y tasas)	
Aseo personal (lavar cara, dientes, pelo, manos y pies)	
Otros usos	

4B: FICHA DE MEDICION DE CONSUMO CONVENCIONAL DE AGUA (ZONA RURAL)

Fecha:	Domicilio:
DEPOSITO (VOLUMEN EN LITROS)*	Veces que trae agua(Marca con una X)

* Se realizara un inventario de depósitos donde acarrean el agua se medirá el volumen y se le asigna un código (número)

Anexo 05 A: FICHA DE ENCUESTA ZONA URBANA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE ECOLOGIA**

TESIS: "EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA USO DOMESTICO EN MOYOBAMBA SAN MARTIN PERU"

ENCUESTA ZONA URBANA
I.-ASPECTOS GENERALES

a. Ubicación: Jr: N°..... Barrio:.....

b. ¿Cuántos personas habitan la casa?

II. HABITOS DE CONSUMO

a. Generalmente en que usa el agua potable?

- Lavar ☐
- Cocinar ☐
- Otros:.....

b. ¿Cuántas veces a la semana lava la ropa?

.....
Generalmente a que horas:

De.....a.....

c. ¿Generalmente que horas usan la ducha?

Mañana:

De.....a.....

Tarde:

De.....a.....

d. ¿Cuanto tiempo demoran en ducharse?

.....

e. ¿De que capacidad es su inodoro?

.....

f. ¿Cuánto paga al mes por consumo de Agua?

.....

g. ¿Le parece a usted caro su consumo?

Si ☐ No ☐

II. APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA

h. ¿Posee sistema de canaletas en su vivienda?

Si ☐ No ☐

i. ¿Actualmente le da usa el agua de lluvia?

Si ☐ No ☐

Como:

j. ¿Estaría dispuesto a utilizar el agua de lluvia como complemento al sistema convencional de agua potable, en su vivienda?

Si ☐ No ☐

Por que:

.....

Observaciones: (Material del techo, otros).....

.....

ANEXO 5 B: FICHA DE ENCUESTAS ZONA RURAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FACULTAD DE ECOLOGIA

TESIS: "EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA USO DOMESTICO EN MOYOBAMBA SAN MARTIN PERU"

ENCUESTA ZONA RURAL

I ASPECTOS GENERALES

- a. Ubicación:
- b. ¿Cuántas personas habitan la casa?
.....

II. FUENTE DE RECOLECCION DE AGUA PARA CONSUMO.

- a. ¿De donde trae el agua que consume?
- Quebrada ☐
 - pozo ☐
 - * Río ☐
 - * Otros:

- b. ¿Qué tiempo demora en recoger el agua (ida y vuelta)?
.....
- c. ¿Cuántas veces al día recoge agua?
.....
- d. ¿Qué tipo de depósito utiliza para recoger el agua?

Tipo (galón, galonera, balde)	Tamaño (Volumen)	Cantidad (unidades)
.....
.....
.....
.....
.....

III. CONSUMO

- e. ¿Generalmente en que usa el agua que recoge?
- Cocinar
 - Lavar
 - Aseo personal
 - Otros:

IV. APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA

- f. ¿Actualmente le da uso o aprovecha el agua de lluvia?
- Si ☐ No ☐
- g. ¿Estaría dispuesto a utilizar, para su consumo, el agua de lluvia en su vivienda?
- Si ☐ No ☐
- Por que:
-

Observaciones:

.....

* Capacidad 5 litros **Capacidad 18 litros *** Promedio de días del mes 30,42

ANEXO 07: RESULTADOS OFICIALES DE LA ENCUESTA “EVALUACION DEL APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA USO DOMESTICO EN MOYOBAMBA SAN MARTIN”

4.1.5.2 ENCUESTAS

- *Zona Urbana:*

I. ASPECTOS GENERALES

- Ubicación: Jr.....Nº.....Barrio.....
- ¿Cuántas personas habitan la casa?

Numero de habitantes por hogar encuestado

Numero de habitantes por hogar encuestado	fi	%
1	2	2,50
2	8	10,00
3	11	13,75
4	14	17,50
5	25	31,25
6	11	13,75
7	3	3,75
8	4	5,00
10	1	1,25
13	1	1,25
TOTAL	80	100

II. HABITOS DE CONSUMO

- ¿Cuántas veces a la semana lava la ropa?

Frecuencia de Uso de Agua para el lavado de ropa

Número de veces que lavan ropa a la semana	fi	%
1 vez	17	20,00
2 veces	31	37,50
3 veces	17	20,00
4 veces	15	18,75
5 veces	1	1,25
6 veces	1	1,25
7 veces	1	1,25
TOTAL	80	100

b. ¿Generalmente a que horas?

Intervalo de horas utilizadas para lavar

Intervalo de horas utilizadas para lavar	fi	%
6 hr – 8 hr	9	11,25
8 hr – 10 hr	34	42,5
10 hr – 12 hr	25	31,25
12 hr – 14 hr	5	6,25
14 hr – 16 hr	5	6,25
16 hr – 18 hr	2	2,5
	80	100

c. ¿Generalmente a que horas usan la ducha?

Intervalo de horas del día que se utilizan para las duchas

Intervalo de horas que generalmente usan la ducha	fi	%
6 am – 11 am	13	16,25
11 am – 1 pm	11	13,75
3 pm – 6 pm	20	25
6 pm – 8 pm	34	42,5
8 pm - 10 pm	2	2,5
	80	100

d. ¿Cuánto tiempo se demora en ducharse?

Intervalo de tiempo que se usa para Ducharse.

Tiempo que se utiliza en ducharse	fi	%
5 min – 10 min	27	33,75
10 min- 15 min	30	37,5
15 min – 20min	15	18,75
20 min – 25 min	6	7,5
25 min - 30 min	2	2,5
	80	100

e. ¿De que capacidad es su inodoro?

Capacidad del Tanque del Inodoro

Capacidad del tanque del inodoro	fi	%
6 lt.	55	68,75
8 lt.	25	31,25
	80	100

f. ¿Cuánto paga al mes por consumo de agua?

Intervalo en soles del pago al mes por consumo de agua	fi	%
7 – 9	13	16,25
10 –15	23	28,75
16 – 20	22	27,5
21 – 25	7	8,75
26 – 30	7	8,75
31- 35	3	3,75
40 – 50	3	3,75
80 - 100	2	2,5
	80	100

g. ¿Le parece a Usted caro su consumo?

Opinión de consumo

Le parece caro su consumo	fi	%
Si	51	63,75
No	29	36,25
	80	100

III. APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA

h. ¿Posee sistemas de canaletas en su vivienda?

Viviendas con canaletas

Posee canaletas su vivienda	fi	%
Si	23	28,75
No	57	71,25
	80	100

i. ¿Actualmente le da uso al agua de lluvia?

Uso del Agua de Lluvia

Actualmente le da uso al agua de lluvia	fi	%
Si	36	45
No	44	55
	80	100

El cuadro siguiente responde al uso que le dan al agua de lluvia los 36 hogares que respondieron Si en el cuadro anterior.

Actividades de Uso de Agua de Lluvia

Uso del agua de lluvia	fi	%
Baldear el baño	12	15
Lavar ropa	6	7,5
Lavar piso, otros	7	8,75
Remojar plantas	11	13,75
	36	100

i. ¿Estaría dispuesto a usar el agua de lluvia como complemento al sistema convencional de agua potable, en su vivienda?

Disposición de Uso de Agua de Lluvia

Estaría dispuesto a utilizar el agua de lluvia	fi	%
Si	76	95
No	4	5
	80	100

j. ¿Por qué y para que estaría dispuesto a usar el agua de lluvia?

¿Por qué y para que estaría dispuesto a usar agua de lluvia?

Por que y para que estaría dispuesto a utilizar el agua de lluvia	fi	%
Utilizaría para Lavar, baldear el baño, etc.	11	13,75
Utilizaría con el fin de reducir el pago del agua potable.	59	73,75
Utilizaría en casos de escasez o corte del agua potable	10	12,75
	80	

- **Observaciones:** Material con la que esta construido el techo de la vivienda

Material de que esta construido el techo

Material del techo	fi	%
Calamina	46	57,5
Techo aligerado	15	18,75
Calamina y T. alig.	12	15
Calamina y teja	5	6,25
teja	2	2,5
	80	100

○ **Zona Rural**

I. ASPECTOS GENERALES

- Ubicación:.....
- ¿Cuántas personas habitan la casa?

Número de Habitantes por hogar encuestado

Número de Habitantes por hogar encuestado	fi	%
1	2	2,56
2	6	7,69
3	7	8,97
4	14	17,95
5	15	19,23
6	15	19,23
7	10	12,82
8+	9	11,54
TOTAL	78	100

II.- FUENTE DE RECOLECCION DE AGUA PARA CONSUMO.

c.¿De donde trae el agua que consume?

Fuente de recolección de agua

Fuente de Recolección de Agua	fi	%
Río	0	0,00
Quebrada	52	66,67
Pozo / Vertiente	26	33,33
TOTAL	78	100

d.¿Qué tiempo se demora en recoger el agua?(ida y vuelta)

Tiempo que demora en recoger agua

Tiempo que Demora para Recoger Agua	fi	%
5 min	12	15.38
10 min	27	34.62
15 min	23	29.49
20 min	10	12.82
25 min	6	7.69
TOTAL	78	100

e. ¿Cuántas veces al día recoge agua?

Número de veces que se recoge agua al día

Veces que recoge agua al día	fi	%
1 VEZ	8	10,26
2 VECES	12	15,38
3 VECES	20	25,64
4 VECES	31	39,74
5 VECES	2	2,56
6 VECES	4	5,13
7 VECES +	1	1,28
TOTAL	78	100

f. ¿Qué tipo de depósito utiliza para recoger el agua?

Tipo de depósito que se usa para recoger agua

TIPO DE DEPOSITO EN QUE RECOGE EL AGUA	Población que tiene por lo menos un (1) deposito		Población que tiene por lo menos tres (3) depositos		Población que tiene por lo menos cinco (5) depositos		Población que tiene por lo menos Siete (7) depositos	
	Nº de respuestas afirmativas	Población que tiene por lo menos un deposito (%)	Nº de respuestas afirmativas	Población que tiene por lo menos un deposito (%)	Nº de respuestas afirmativas	Población que tiene por lo menos un deposito (%)	Nº de respuestas afirmativas	Población que tiene por lo menos un deposito (%)
Galones (5 lt.)	78	100,0	75	96,2	69	88,5	45	57,7
Galones (18 lt.)	54	69,23	37	47,44	12	15,38	1	1,28
Valdes (18 lt.)	35	44,87	8	10,26	1	1,28	0	0,00
Valdes (4 lt.)	27	34,62	19	24,36	15	19,23	2	2,56
otros	2	2,56	0	0,00	0	0,00	0	0,00

Cantidad de depósitos que usan para recoger el agua

Tipo de depósito en que recoge el Agua	Nº de depósitos	volumen referencial (Lt)
Galones (5 lt.)	428	2140
Galones (18 lt.)	120	2160
Valdés (18 lt.)	57	1026
Valdés (4 lt.)	85	340
otros	2	72

III. CONSUMO.

g. ¿Generalmente en que usa el agua que recoge?

Uso del Agua que recoge

ACTIVIDAD	Nº de respuestas afirmativas	%
Cocinar	78	100
Aseo personal	63	81
otros	15	19

III. APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA.

i. ¿Actualmente le da uso o aprovecha el agua de lluvia?

¿Usa Actualmente el agua de lluvia?

TIPO DE RESPUESTA	Nº de ENCUESTADOS	%
SI	40	51,28
NO	38	48,72
TOTAL	78	100,00

j. ¿Estaría dispuesto a utilizar el agua de lluvia en su vivienda?

Porcentaje de Aceptación al uso de Agua de lluvia

TIPO DE RESPUESTA	Nº de ENCUESTADOS	%
SI	57	73,08
NO	21	26,92
TOTAL	78	100,00

El cuadro siguiente responde el porque estarian dispuestos a usar al agua de lluvia los 57 hogares que respondieron SI en el cuadro anterior

¿Por que estaría dispuesto a usar agua de lluvia?

Uso del agua de lluvia	Nº de ENCUESTADOS	%
Mas limpia	35	61,40
Mas cerca	7	12,28
Ahorra tiempo	15	26,32
TOTAL	57	100,00

El cuadro siguiente responde el por que NO estarían dispuestos a usar el agua de lluvia, los 21 que respondieron no en el cuadro anterior

¿Por que No estarían dispuestos a usar agua de lluvia?

Uso del agua de lluvia	N° de ENCUESTADOS	%
Cuento con agua potable*	19	90,48
color del agua	1	4,76
Sabor a lejía	1	4,76
TOTAL	21	100,00

* Agua entubada

- **Observaciones:** Material con la que esta construido el techo de la vivienda.

Material del que esta construido el techo de las viviendas en la zona rural.

TIPO DE TECHO	N° de ENCUESTADOS	%
Calamina	68	87,18
Paja	8	10,26
Teja y otros	2	2,56
TOTAL	78	100,00

ANEXO N°08: RESULTADOS OFICIALES DE LOS ANALISIS DE AGUA DE LLUVIA
“EVALUACION DEL APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA USO
DOMESTICO EN MOYOBAMBA SAN MARTIN PERU”

En las siguientes tablas se presentan los datos de calidad de agua obtenidos tanto para parámetros físico-químicos como microbiológico:

Muestra de agua tomada en Julio del 2004.

PARÁMETRO	UNIDAD	AGUA DE LLUVIA
		Incolora
Turbiedad	UNT	1,8
Conductividad	uS/cm a 25°C	1120
Dureza Total	mg/l	179
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	712
pH	Unidades de pH	7,5 a 20°C
Cloruros	mg/l	9,4
Sulfatos	mg/l	87,3
Nitratos	mg/l	20,6
Hierro	mg/l	0,22
Magnesio		NO DETECTABLE
Aluminio		NO DETECTABLE
Bacterias Aeróbicas Viables	UFC/ml	3,7X10 ⁴
Coliformes Totales	NMP/100ml	240
Coliformes Fecales	NMP/100ml	15

Muestras de agua tomada en Setiembre del 2004

PARÁMETRO	UNIDAD	AGUA DE LLUVIA
Color		Incolora
pH	Unidades de pH	7,2 a 20°C
Turbiedad	UNT	3,9
Conductividad	uS/cm a 25°C	1140
Cloruros	mg/l	8,7
Sulfatos	mg/l	86,8
Nitratos	mg/l	25,8
Hierro	mg/l	0,31
Magnesio		NO DETECTABLE
Aluminio		NO DETECTABLE
Dureza Total	mg/l	183
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	860
Bacterias Aeróbicas Viables	UFC/ml	6,8X10 ⁴
Coliformes Totales	NMP/100ml	460
Coliformes Fecales	NMP/100ml	28

Muestras de agua tomada en Noviembre del 2004

PARÁMETRO	UNIDAD	AGUA DE LLUVIA
Color		Incolora
Turbiedad	UNT	1,5
Conductividad	uS/cm a 25°C	1100
Dureza Total	mg/l	157
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	602
pH	Unidades de pH	7,4 a 20°C
Cloruros	mg/l	7,2
Sulfatos	mg/l	63,3
Nitratos	mg/l	18,6
Hierro	mg/l	0,19
Magnesio		NO DETECTABLE
Aluminio		NO DETECTABLE
Bacterias Aeróbicas Viables	UFC/ml	9,8 x 10 ⁸
Coliformes Totales	NMP/100ml	150
Coliformes Fecales	NMP/100ml	9

**Muestra de agua recolectada de la zona rural
(C. Nueva york) Diciembre del 2004.**

PARÁMETRO	UNIDAD	AGUA DE LLUVIA
Color		Incolora
Turbiedad	UNT	1,6
Conductividad	uS/cm a 25°C	1185
Dureza Total	mg/l	222
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	708
pH	Unidades de pH	7,4 a 20°C
Cloruros	mg/l	12,3
Sulfatos	mg/l	91,7
Nitratos	mg/l	25,6
Hierro	mg/l	0,29
Magnesio		NO DETECTABLE
Aluminio		NO DETECTABLE
Bacterias Aeróbicas Viables	UFC/ml	1,8 x 10 ⁴
Coliformes Totales	NMP/100ml	<3
Coliformes Fecales	NMP/100ml	< 3

ANEXOS

EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA USO DOMÉSTICO EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA. SAN MARTÍN - PERÚ

INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS N° 001

TESISTAS : Bach. ANA KARINA FACHIN ARMAS
Bach. ESTEBAN PANDURO LABAJOS
MUESTRA : Agua de lluvia
• CANTIDAD : 1000 mL Aprox.
• ENVASE : Vidrio
• FECHA DE RECOLECCIÓN : 28 de Julio del 2004.
• FECHA DE RECEPCIÓN : 28 de Julio del 2004.
REFERENCIA : Muestra proporcionada por los tesistas

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:


- ▶ COLOR : INCOLORO
- ▶ pH : 7,5 a 20°C
- ▶ TURBIEDAD : 1,8 UNT
- ▶ CONDUCTIVIDAD : 1120 uS/cm a 25°C
- ▶ CLORUROS : 9,4 mg/L
- ▶ SULFATOS : 87,3 mg/L
- ▶ NITRATOS (NO₃) : 20,6 mg/L
- ▶ HIERRO : 0,22 mg/L
- ▶ MAGNESIO : NO DETECTABLE
- ▶ ALUMINIO : NO DETECTABLE
- ▶ DUREZA TOTAL : 179 mg/L
- ▶ SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS : 712 mg/L


ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

DETERMINACIONES	RESULTADOS	VALORES PERMISIBLES
Bacterias aerobias viables	3,7 x 10 ⁴ UFC/mL	< 10 UFC/mL
Coliformes totales	240 NMP/100mL	< 3 NMP/100mL
Coliformes fecales	15 NMP/100mL	< 3 NMP/100mL

Métodos: - Recuento en placa – (UFC/mL)
- Número más probable – (NMP/100mL)

Fecha de emisión de resultados: 31 de Julio del 2004.


ANTHONY CALDERON SALAZAR
BIOLOGO - MICROBIÓLOGO
C.B.P. N° 4474


Victor Rodriguez Reyna
Biologo-Microbiologo
C.B.P. N° 3788

**EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA USO
DOMÉSTICO EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA. SAN MARTÍN - PERÚ****INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS N° 002**

TESISTAS : Bach. ANA KARINA FACHIN ARMAS
Bach. ESTEBAN PANDURO LABAJOS

MUESTRA : Agua de lluvia

- CANTIDAD : 1000 mL Aprox.
- ENVASE : Vidrio
- FECHA DE RECOLECCIÓN : 17 de Setiembre del 2004.
- FECHA DE RECEPCIÓN : 17 de Setiembre del 2004.

REFERENCIA : Muestra proporcionada por los tesistas

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:


- ▶ COLOR : INCOLORO
- ▶ pH : 7,2 a 20°C
- ▶ TURBIEDAD : 3,9 UNT
- ▶ CONDUCTIVIDAD : 1140 uS/cm a 25°C
- ▶ CLORUROS : 8,7 mg/L
- ▶ SULFATOS : 86,8 mg/L
- ▶ NITRATOS (NO₃) : 25,8 mg/L
- ▶ HIERRO : 0,31 mg/L
- ▶ MAGNESIO : NO DETECTABLE
- ▶ ALUMINIO : NO DETECTABLE
- ▶ DUREZA TOTAL : 183 mg/L
- ▶ SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS : 860 mg/L


ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

DETERMINACIONES	RESULTADOS	VALORES PERMISIBLES
Bacterias aerobias viables	6,8 x 10 ⁴ UFC/mL	< 10 UFC/mL
Coliformes totales	460 NMP/100mL	< 3 NMP/100mL
Coliformes fecales	28 NMP/100mL	< 3 NMP/100mL

Métodos: - Recuento en placa – (UFC/mL)
- Número más probable – (NMP/100mL)

Fecha de emisión de resultados: 20 de Setiembre del 2004.


ANTHONY CALDERÓN SALAZAR
BIOLOGO - MICROBIÓLOGO
C.B.P. N° 4474


Víctor Rodríguez Reyna
Biologo-Microbiologo
C.B.P. N° 3788

**EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA USO
DOMÉSTICO EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA. SAN MARTÍN - PERÚ****INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS N° 003**

TESISTAS : Bach. ANA KARINA FACHIN ARMAS
Bach. ESTEBAN PANDURO LABAJOS

MUESTRA : Agua de lluvia

- CANTIDAD : 1000 mL Aprox.
- ENVASE : Vidrio
- FECHA DE RECOLECCIÓN : 13 de Noviembre del 2004.
- FECHA DE RECEPCIÓN : 13 de noviembre del 2004.

REFERENCIA : Muestra proporcionada por los tesistas

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

- ▶ COLOR : INCOLORO
- ▶ pH : 7,4 a 20°C
- ▶ TURBIEDAD : 1,5 UNT
- ▶ CONDUCTIVIDAD : 1100 uS/cm a 25°C
- ▶ CLORUROS : 7,2 mg/L
- ▶ SULFATOS : 63,3 mg/L
- ▶ NITRATOS (NO₃) : 18,6 mg/L
- ▶ HIERRO : 0,19 mg/L
- ▶ MAGNESIO : NO DETECTABLE
- ▶ ALUMINIO : NO DETECTABLE
- ▶ DUREZA TOTAL : 157 mg/L
- ▶ SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS : 602 mg/L

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

DETERMINACIONES	RESULTADOS	VALORES PERMISIBLES
Bacterias aerobias viables	9,8 x 10 ³ UFC/mL	< 10 UFC/mL
Coliformes totales	150 NMP/100mL	< 3 NMP/100mL
Coliformes fecales	9 NMP/100mL	< 3 NMP/100mL

Métodos: - Recuento en placa – (UFC/mL)
- Número más probable – (NMP/100mL)

Fecha de emisión de resultados: 17 de Noviembre del 2004.


ANTHONY CALDERÓN SALAZAR
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
C.B.P. N° 4474


Víctor Rodríguez Bayona
Biólogo-Microbiólogo
C.B.P. N° 3700

**EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA USO
DOMÉSTICO EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA. SAN MARTÍN - PERÚ****INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS N° 004**

TESISTAS : Bach. ANA KARINA FACHIN ARMAS
Bach. ESTEBAN PANDURO LABAJOS

MUESTRA : Agua de lluvia

- PROCEDENCIA : Caserío Nueva York – Moyobamba
- CANTIDAD : 1000 mL Aprox.
- ENVASE : Vidrio
- FECHA DE RECOLECCIÓN : 15 de Diciembre del 2004.
- FECHA DE RECEPCIÓN : 15 de Diciembre del 2004.

REFERENCIA : Muestra proporcionada por los tesistas

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

► COLOR : INCOLORO

► pH : 7,3 a 20°C

► TURBIEDAD : 1,6 UNT

► CONDUCTIVIDAD : 1185 uS/cm a 25°C

► CLORUROS : 12,3 mg/L

► SULFATOS : 91,7 mg/L

► NITRATOS (NO₃) : 25,6 mg/L

► HIERRO : 0,29 mg/L

► MAGNESIO : NO DETECTABLE

► ALUMINIO : NO DETECTABLE

► DUREZA TOTAL : 222 mg/L

► SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS : 708 mg/L

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

DETERMINACIONES	RESULTADOS	VALORES PERMISIBLES
Bacterias aerobias viables	1,8 x 10 ⁴ UFC/mL	< 10 UFC/mL
Coliformes totales	150 NMP/100mL	< 3 NMP/100mL
Coliformes fecales	<3 NMP/100mL	< 3 NMP/100mL

Métodos: - Recuento en placa – (UFC/mL)
- Número más probable – (NMP/100mL)

Fecha de emisión de resultados: 20 de Diciembre del 2004.

Centro de Análisis e Investigación
MICROLAB S.A.C.
AREA CONTROL CALIDAD

Mbigo. Anthony Calderón Salazar
C.B.P. N° 4474

Centro de Análisis e Investigación
MICROLAB S.A.C.
AREA CONTROL CALIDAD

Mbigo. Víctor Rodríguez Reyna
C.B.P. N° 3788

VISTAS FOTOGRAFICAS TOMADAS EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO.

**Fotografia N°01: Estación Climatológica Ordinaria (CO) Moyobamba
SENAMHI – San Martín.**



**Fotografia N°02: Techo de calamina ondulada área de captación
142.54m².**



Fotografía N° 03A: Instalación de la Canaleta al Tanque de almacenamiento.



Fotografía N° 03B: Instalación de la Canaleta al Tanque de almacenamiento.



Fotografía N° 04: Filtro de agua



Fotografía N° 05: Tanque de almacenamiento de agua de lluvia.



Fotografía N° 06: Tanque y filtro de almacenamiento de agua de lluvia



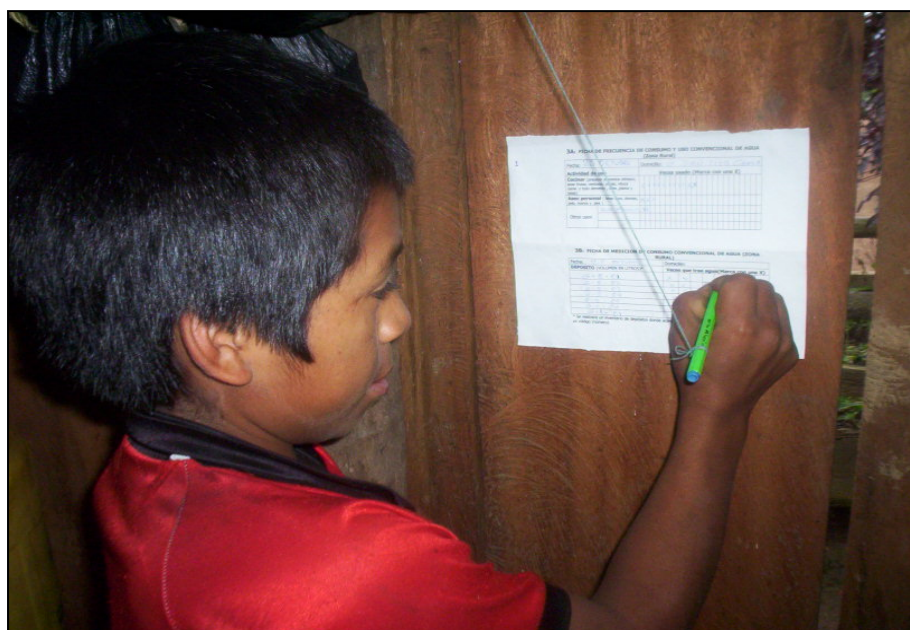
Fotografía N° 7A: Fuentes de Recolección de Agua en la zona Rural



Fotografía N° 7B: Fuentes de Recolección de Agua en la zona Rural



Fotografía N° 08: Llenado de las Fichas de Uso y Consumo de Agua en la zona rural.



Fotografía N° 09: Encuestando a un poblador de la zona rural.



Fotografía N°10: Recolectando muestra de agua de lluvia en la zona rural.



Fotografía N°11: Centro Poblado de Nueva York



Fotografía N°12: Tomando medidas para instalar el Tanque



Fotografía N°13: Fuente de recolección de agua para consumo



Fotografía N°14: Medidas de Envases de Recolección de Agua



Fotografía N°15: Taller: Instalación del Tanque para la Captación de Agua de lluvia.



Fotografía N°16: Autoridades del Centro Poblado de Nueva York



RELACIÓN DE MAPAS

Nº	<u>DESCRIPCION</u>
Mapa N° 01	: Ámbito de Estudio.
Mapa N° 02	: Mapa del Área de Influencia de las Estaciones Meteorológicas SENAMHI utilizando el Polígono de Thiessen.
Mapa N° 03	: Estaciones Meteorológicas Administradas por el SENAMHI.

MAPA 01: AMBITO DE ESTUDIO

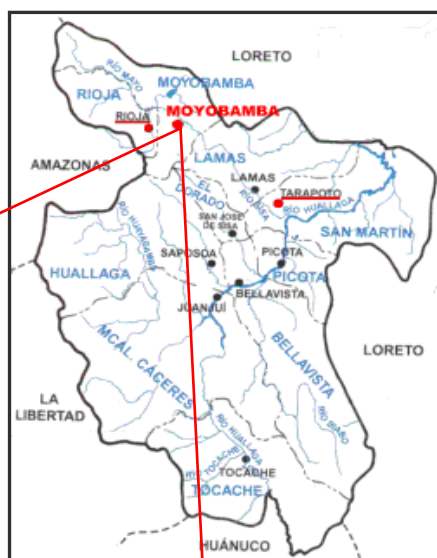
“EVALUACION DEL APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA USO DOMESTICO EN MOYOBAMBA, SAN MARTIN”

TESIS : EVALUACION DEL APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA USO DOMESTICO EN MOYOBAMBA, SAN MARTIN U.

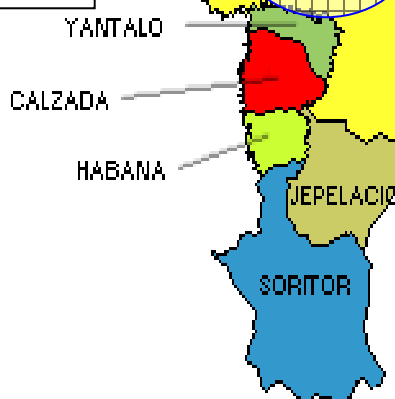
DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

LEYENDA

Ámbito de Estudio 
Distrito de Moyobamba 



Ámbito de estudio: Área de Influencia de la estación meteorológica CO



PROVINCIA DE MOYOBAMBA

Fuente: Municipalidad Provincial de Moyobamba

